

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-135400

(43)Date of publication of application : 21.05.1999

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
G03F 7/20

(21)Application number : 09-299775

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 31.10.1997

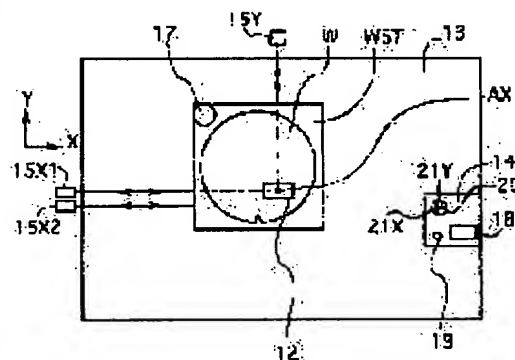
(72)Inventor : TANIGUCHI TETSUO

(54) EXPOSURE SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To downsize a stage for positioning a reticle or a wafer, after maintaining a condition of exposure light or a function of measuring an imaging performance.

SOLUTION: A wafer W is mounted on a wafer stage WST, which is so provided as to freely move to an X-direction and to a Y direction on a fixed plate 13, a pattern image of a reticle is exposed within an exposure region 12 on the wafer W and the exposure is performed by sweeping the reticle and the wafer toward the Y-direction. A stage 14 for measuring is provided freely movable in to the X-direction and to the Y-direction on the fixed plate 13 independently of the wafer stage WST and a space image detecting system, including a radiating amount monitor 18, a radiating unevenness sensor 19 and a measuring board 20, through which a slit is formed is installed on the stage 14 for measuring. Since the wafer stage WST may be provided with a minimum functions which are only required for making the exposure, the wafer stage can be downsized and made light-weight.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

26.10.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The 1st stage which holds either of said masks and said substrates, and moves in a predetermined field in the aligner which imprints on a substrate the pattern formed in the mask using an exposure beam, and said 1st stage are an aligner characterized by to have the 2nd independent stage and the metering device which is attached in this 2nd stage and measures the condition of said exposure beam.

[Claim 2] It is the aligner characterized by being an aligner according to claim 1 and said 2nd stage being arranged by said 1st stage independently free [migration].

[Claim 3] The aligner which is an aligner according to claim 1 and is characterized by having the control unit to which said 1st stage is moved between the location where said exposure beam is irradiated, and the location where said exposure beam is not irradiated.

[Claim 4] The aligner which is an aligner according to claim 2 and is characterized by having the control unit to which said 2nd stage is moved between the location where said exposure beam is irradiated, and the location where said exposure beam is not irradiated.

[Claim 5] The aligner which is an aligner according to claim 1 and is characterized by having the control unit which positions said 2nd stage in the location where said exposure beam is not irradiated when it is in the location where said 1st stage can irradiate said exposure beam.

[Claim 6] the 2nd stage where the 1st stage which holds said substrate and moves in a predetermined field in the aligner which projects on a substrate the pattern formed in the mask through a projection optical system, and said 1st stage became independent -- this -- the aligner characterized by to have the metering device which is arranged on the 2nd stage and measures the image formation property of said projection optical system.

[Claim 7] It is the aligner characterized by being an aligner according to claim 6 and said 2nd stage being arranged by said 1st stage independently free [migration].

[Claim 8] The aligner which is an aligner according to claim 6 and is characterized by having the control unit to which said 1st stage is moved between the location in the exposure field by said projection optical system, and the position of the outside of this exposure field.

[Claim 9] The aligner which is an aligner according to claim 6 and is characterized by having the control unit to which said 2nd stage is moved between the location in the exposure field by said projection optical system, and the position of the outside of this exposure field.

[Claim 10] The aligner characterized by having the stage where the metering device which measures the condition of said exposure beam has been arranged in the aligner which imprints on a substrate the pattern formed in the mask using an exposure beam, and the cooling system with which this stage is equipped, and which cools said metering device.

[Claim 11] The aligner characterized by having the stage where the metering device which measures the image formation property of said projection optical system has been arranged in the aligner which projects on a substrate the pattern formed in the mask through a projection optical system, and the cooling system with which this stage is equipped, and which cools said metering device.

[Claim 12] In the aligner which imprints on a substrate the pattern formed in the mask using an exposure beam The 1st stage which holds either of said masks and said substrates, and moves in a predetermined field, The aligner characterized by having the heat insulation member which intercepts the heat which it is arranged between the 2nd stage in which the metering device which measures the condition of said exposure beam was carried, and said 1st stage and said 2nd stage, and is conducted from said 2nd stage.

[Claim 13] It is the aligner with which it is an aligner according to claim 12, and said heat insulation member is characterized by being the low solid material or the gas by which the temperature control was

carried out of thermal conductivity.

[Claim 14] In the aligner which projects on a substrate the pattern formed in the mask through a projection optical system The 1st stage which holds said substrate and moves in a predetermined field, and the 2nd stage in which the metering device which measures the image formation property of said projection optical system was carried, The aligner characterized by having the heat insulation member which intercepts the heat which it is arranged between said 1st stage and said 2nd stage, and is conducted from said 2nd stage.

[Claim 15] It is the aligner with which it is an aligner according to claim 14, and said heat insulation member is characterized by being the low solid material or the gas by which the temperature control was carried out of thermal conductivity.

[Translation done.]

*** NOTICES ***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] lithography for this invention to manufacture a semiconductor device, a liquid crystal display component, or the thin film magnetic head -- it is in process, and it is used for the aligner equipped with the metering device for measuring a condition or an image formation property of an exposure beam etc. especially about the aligner used in order to imprint a mask pattern on a photosensitive substrate, and is suitable.

[0002]

[Description of the Prior Art] When manufacturing a semiconductor device etc., the projection aligner (stepper) of an one-shot exposure mold was conventionally used abundantly at the process imprinted on the wafers (or glass plate etc.) with which the pattern of the reticle as a mask was applied to the resist through the projection optical system under a predetermined exposure light. Recently, in order to imprint the pattern of the reticle of a large area to high degree of accuracy, without enlarging a projection optical system, the projection aligner (scanning aligner) of a scan exposure mold like step - exposed by carrying out the synchronous scan of reticle and the wafer to a projection optical system and - scanning method also attracts attention.

[0003] In these aligners, it is always proper light exposure, and the reticle stage which positions reticle since it is necessary to expose where a high image formation property is maintained, or the wafer stage which performs positioning of a wafer is equipped with the metering device for measuring image formation properties, such as conditions, such as an illuminance of exposure light, and a projection scale factor. For example, there is a space image detection system for measuring the dose monitor for measuring the incidence energy of the exposure light to a projection optical system as a metering device with which the wafer stage is equipped, a location, contrast of a projection image, etc. On the other hand, as a metering device which it has on the reticle stage, there is an orientation plate with which the index mark used for image formation property measurement of a projection optical system, for example was formed.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In the conventional aligner like the above, while rationalization of light exposure was attained using the metering device formed in the reticle stage or the wafer stage, the high image formation property was maintained. On the other hand, it is also required that the throughput (productivity) of the exposure process at the time of manufacturing a semiconductor device etc. should be raised to the latest aligner. As an approach for raising a throughput, the actuation rate of a stage other than the approach to which the exposure energy per unit time amount is made to increase is enlarged, with an one-shot exposure mold, stage stepping time is shortened and there is the approach of shortening stage stepping time and the scan exposure time in a scan exposure mold.

[0005] Thus, in order to raise an actuation rate with the drive motor of the conversely same output as the former, it is necessary to miniaturize and to lightweight-ize a stage system that what is necessary is just to use the drive motor of an output larger when a stage system is the same magnitude in order to raise the actuation rate of a stage. However, if the drive motor of a larger output is used like the former, the heating value generated from the drive motor will increase. Thus, the increasing heating value produces delicate heat deformation of a stage system, and has a possibility that the high positioning accuracy demanded with the aligner may no longer be acquired. Then, in order to prevent degradation of positioning accuracy and to improve an actuation rate, a miniaturization and lightweight-izing are expected a stage system as much as possible like the latter.

[0006] Especially, in the aligner of a scan exposure mold, while the scan exposure time is also shortened by

improvement in an actuation rate and a throughput is greatly improved, there is a big advantage that the synchronous precision of reticle and a wafer also improves and the image formation engine performance and superposition precision also improve by the miniaturization of a stage system. However, when the reticle stage or the wafer stage is equipped with various metering devices like before, it is difficult to miniaturize a stage.

[0007] Furthermore, when the reticle stage or the wafer stage is equipped with the metering device for measuring a condition or an image formation property of exposure light etc., while the heat source of amplifier etc. is usually attached to the metering device, the temperature of the metering device rises gradually by the exposure of exposure light during measurement. Consequently, a reticle stage or a wafer stage carries out heat deformation delicately, and there is also a possibility that positioning accuracy, superposition precision, etc. may deteriorate. In the actual condition, although degradation of the positioning accuracy by the temperature rise of a metering device etc. is slight, it is expected that the need of controlling the effect of the temperature rise of a metering device increases as circuit patterns, such as a semiconductor device, will make it detailed further from now on.

[0008] This invention is in the condition which maintained the function which measures the condition or image formation property of exposure light in view of this point, and it sets it as the 1st object to offer the aligner which can miniaturize the stage for positioning reticle or a wafer. Furthermore, this invention sets it as the 2nd object to offer the aligner which can mitigate the adverse effect of the temperature rise at the time of measuring using the metering device while it is equipped with the metering device which measures the condition or image formation property of exposure light.

[0009]

[Means for Solving the Problem] In the aligner which imprints the pattern with which the 1st aligner by this invention was formed in the mask (R) on a substrate (W) using an exposure beam The 1st stage which holds either of the mask and its substrate, and moves in a predetermined field (RST;WST), It has the 2nd stage (5; 14) which became independent of that 1st stage, and the metering device (6; 18) which is attached in this 2nd stage and measures the condition of that exposure beam.

[0010] According to this this invention, since magnitude of the 1st stage is made to necessary minimum by giving only the minimum function required for exposure to the 1st stage used for original exposure, the miniaturization of a stage and lightweight-ization are attained. Since the metering device which there is no direct need in exposure and, on the other hand, measures conditions, such as an illuminance of an exposure beam, is carried in 2nd another stage, it can also measure the condition of an exposure beam.

[0011] In this case, an example of that metering device is the photoelectrical sensor which measures the power of the whole exposure beam, or an illuminance unevenness sensor which measures the illuminance distribution of that exposure beam. Moreover, the 1st stage is arranged independently free [migration] on the migration side of the 1st stage, using the 2nd stage as an example. At this time, the condition of the exposure beam near the field where a mask or a substrate is arranged actually is measurable by arranging that 2nd stage instead of that 1st stage.

[0012] Moreover, it is desirable to have the control unit (10) to which the 1st stage is moved between the location where the exposure beam is irradiated, and the location where the exposure beam is not irradiated. At this time, that 1st stage shunts the exposure location of an exposure beam at the time of measurement. Moreover, it is desirable to have the control unit (10) to which the 2nd stage is moved between the location where the exposure beam is irradiated, and the location where the exposure beam is not irradiated. By this, the metering device of the 2nd stage moves to the exposure location of an exposure beam at the time of measurement.

[0013] Moreover, when the 1st stage is located in the location which can irradiate the exposure beam, it is desirable to have the control unit (10) which positions the 2nd stage in the location where the exposure beam is not irradiated. It is at the exposure and measurement time, and this uses two stages properly efficiently. Next, the 2nd aligner by this invention is set to the aligner which projects the pattern formed in the mask (R) on a substrate (W) through a projection optical system (PL). The 1st stage (WST) which holds that substrate and moves in a predetermined field, and its 1st stage are equipped with the metering device (20) which is arranged on the 2nd independent stage (14) and this 2nd stage, and measures the image formation property of that projection optical system.

[0014] According to this this invention, the miniaturization of the 1st stage and lightweight-ization are attained by giving only the minimum function required for exposure to the 1st stage used for original exposure. Since the metering device which there is no direct need in exposure and, on the other hand, measures image formation properties, such as distortion, is carried in 2nd another stage, it can also measure

an image formation property.

[0015] In this case, an example of that metering device is a position sensor, an index mark for measurement, or datum level for measurement of a projection image etc. Moreover, the 1st stage is arranged independently free [migration] on the migration side of the 1st stage, using the 2nd stage as an example. At this time, the image formation property in the field where that substrate is arranged actually is measurable by arranging that 2nd stage instead of that 1st stage.

[0016] Moreover, it is desirable to have the control unit (10) to which that 1st stage is moved between the location in the exposure field by that projection optical system and the position of the outside of this exposure field. At this time, that 1st stage shunts an exposure field at the time of measurement. It is desirable similarly to have the control unit (10) to which that 2nd stage is moved between the location in the exposure field by that projection optical system and the position of the outside of this exposure field. At this time, the metering device of that 2nd stage moves to an exposure field at the time of measurement.

[0017] Next, the 3rd aligner of this invention has the stage (41) where the metering device (18 19) which measures the condition of that exposure beam has been arranged, and the cooling system (44, 45A, 45B) with which this stage is equipped and which cools that metering device in the aligner which imprints the pattern formed in the mask (R) on a substrate (W) using an exposure beam. According to this this invention, in case the illuminance of an exposure beam etc. is measured using the metering device, even if the metering device carries out a temperature rise, since it is cooled by the cooling system, the effect of the temperature rise does not attain to the exposure section.

[0018] Next, the 4th aligner of this invention has the stage (41) where the metering device (20, 42, 43) which measures the image formation property of that projection optical system has been arranged, and the cooling system (44, 45A, 45B) with which this stage is equipped and which cools that metering device in the aligner which projects the pattern formed in the mask (R) on a substrate (W) through a projection optical system (PL). According to this this invention, in case an image formation property is measured using the metering device, even if the metering device carries out a temperature rise, since it is cooled by the cooling system, the effect of the temperature rise does not attain to the exposure section.

[0019] Next, the 5th aligner of this invention is set to the aligner which imprints the pattern formed in the mask (R) on a substrate (W) using an exposure beam. The 1st stage which holds either of the mask and its substrate, and moves in a predetermined field (WST;41A), It is arranged between the 2nd stage (14;41Aa) in which the metering device (18 19) which measures the condition of the exposure beam was carried, and its 1st stage and its 2nd stage, and has the heat insulation member (48) which intercepts the heat conducted from the 2nd stage. According to this this invention, in case the illuminance of an exposure beam etc. is measured using the metering device, whether the metering device includes the heat source or the metering device carries out a temperature rise, heat conduction is checked by the heat insulation member, and the effect of the heat source or temperature rise does not attain to the exposure section by it.

[0020] In this case, an example of that heat insulation member is a solid material with low thermal conductivity (48), or the gas by which the temperature control was carried out. The gas currently air-conditioned is used as a gas by which the temperature control was carried out. Next, the 6th aligner of this invention is set to the aligner which projects the pattern formed in the mask (R) on a substrate (W) through a projection optical system (PL). The 1st stage which holds the substrate and moves in a predetermined field (WST;41A), It is arranged between the 2nd stage (14;41Aa) in which the metering device (20) which measures the image formation property of the projection optical system was carried, and its 1st stage and its 2nd stage, and has the heat insulation member (48) which intercepts the heat conducted from the 2nd stage. According to this this invention, whether the metering device carries out a temperature rise in case an image formation property is measured using the metering device, or the metering device includes the heat source, or since heat conduction is checked by the heat insulation member, the effect of the temperature rise etc. does not attain to the exposure section.

[0021] Also in this case, an example of that heat insulation member is a solid material with low thermal conductivity (48), or the gas by which the temperature control was carried out.

[0022]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, with reference to drawing 1 - drawing 4 , it explains per gestalt of operation of the 1st of this invention. Drawing 1 shows the projection aligner of step - used by this example, and - scanning method, and the exposure light IL injected from the illumination system 1 containing a fly eye lens, a quantity of light monitor, an adjustable aperture diaphragm, a field diaphragm, a relay lens system, etc. for the exposure light source, beam plastic surgery optical system, and illuminance distribution equalization illuminates the lighting field of the shape of a slit of the pattern side (underside) of Reticle R

through Miller 2 and a condensing lens 3 in this drawing 1 at the time of exposure. As an exposure light IL, excimer laser light, such as KrF (wavelength of 248nm) or ArF (wavelength of 193nm), the higher harmonic of a YAG laser, or i line (wavelength of 365nm) of a mercury lamp can be used. By switching the adjustable aperture diaphragm within an illumination system 1, it is constituted so that the lighting of the request of the usual lighting, zona-orbicularis lighting, the so-called deformation lighting, the lighting of a small coherence factor (sigma value), etc. can be chosen. When the exposure light source is a laser light source, the main control system 10 which carries out control control of the actuation of the whole equipment controls the luminescence timing etc. through a non-illustrated laser power source.

[0023] It is reduced through a projection optical system PL for the projection scale factor beta (beta is 1/4 time or 1/5 time), and the image of the pattern in the lighting field 9 (refer to drawing 3) by the exposure light IL of Reticle R is projected on the exposure field 12 of the shape of a slit on the wafer W with which the photoresist was applied. Hereafter, the Z-axis is taken to the optical axis AX of a projection optical system PL at parallel, the X-axis is taken along the non-scanning direction (namely, direction vertical to the space of drawing 1) which intersects perpendicularly with the reticle R at the time of scan exposure, and the scanning direction of Wafer W in a flat surface vertical to the Z-axis, and a Y-axis is taken and explained along a scanning direction (namely, direction parallel to the space of drawing 1).

[0024] First, by the off-axis method for the alignment of Wafer W, the alignment sensor 16 of an image-processing method adjoins a projection optical system PL, and is formed; and the detecting signal of the alignment sensor 16 is supplied to the alignment processor in the main control system 10. The alignment sensor 16 is used in order to perform location detection of the mark for alignment (wafer mark) currently formed on Wafer W. High degree of accuracy is beforehand asked for spacing (the amount of base lines) of the detection core of the alignment sensor 16, and the core of the projection image of the reticle R by the projection optical system PL, it is memorized by the alignment processor in the main control system 10, and each shot field of Wafer W and the projection image of Reticle R lay it on top of high degree of accuracy from the detection result and its amount of base lines of the alignment sensor 16. Although not illustrated, above Reticle R, the reticle alignment microscope for detecting the alignment mark on Reticle R is arranged.

[0025] Next, Reticle R is held by vacuum adsorption on a reticle stage RST, and the reticle stage RST is laid free [migration in the direction of Y] through the pneumatic bearing on guide of two 4A arranged in the direction of Y at parallel, and 4B. Furthermore, in this example, the stage 5 for measurement is laid free [migration in the direction of Y] through the pneumatic bearing on guide 4A and 4B independently [a reticle stage RST].

[0026] Drawing 3 is the top view showing a reticle stage RST and the stage 5 for measurement, and in this drawing 3, along with the guides 4A and 4B extended in the direction (scanning direction) of Y, the reticle stage RST and the stage 5 for measurement are laid so that it may drive in the direction of Y with a non-illustrated linear motor etc., respectively. The die length of Guides 4A and 4B is set up for a long time by the width of face of the stage 5 for measurement at least rather than the migration stroke of the reticle stage RST at the time of scan exposure. Moreover, the reticle stage RST is constituted combining the coarse adjustment stage where it moves in the direction of Y, and the jogging stage which can tune a two-dimensional location finely on this coarse adjustment stage.

[0027] And the orientation plate 6 which consists of a long and slender glass plate in the direction of X is fixed on the stage 5 for measurement, and two or more index marks IM for image formation property measurement of a projection optical system PL are formed by predetermined arrangement on the orientation plate 6. The orientation plate 6 equips the lighting field 9 of the shape of a slit of the exposure light to Reticle R, and twist accuracy only with the magnitude which can cover the visual field by the side of the reticle R of a projection optical system PL. By using an orientation plate 6, since it is not necessary to prepare the exclusive reticle for image formation property measurement and the swap time of the reticle R for real exposure and its exclusive reticle also becomes unnecessary, an image formation property can be measured in high frequency, and aging of a projection optical system PL can be followed at accuracy.

[0028] Thus, in this example, the stage 5 for measurement for orientation plate 6 is formed independently, and the member for measurement is not carried besides Reticle R on the original reticle stage RST. That is, in order to equip a reticle stage RST only with necessary minimum scan and positioning function for scan exposure, miniaturization of a reticle stage RST and lightweight-ization are realized. Therefore, since a reticle stage RST can be scanned more at a high speed, the throughput of an exposure process improves. in cutback projection, since especially the scan speed of a reticle stage RST becomes twice [1/beta] (for example, 4 times, 5 times, etc.) the scan speed of a wafer stage, the upper limit of a scan speed may be

determined mostly in a reticle stage, and its throughput improves greatly especially by this example in this case.

[0029] Moreover, a laser beam is irradiated by the migration mirror of the side face of the direction of +Y of a reticle stage RST from laser interferometer 7Y installed in the direction of +Y to Guides 4A and 4B. A laser beam is irradiated by the migration mirror of the side face of the direction of +X of a reticle stage RST from the biaxial laser interferometer 7X1 installed in the direction of X, and 7X2. By laser interferometer 7Y, 7X1, and 7X2, the X coordinate of a reticle stage RST, a Y coordinate and an angle of rotation are measured, a measurement value is supplied to the main control system 10 of drawing 1, and the main control system 10 controls the rate and location of a reticle stage RST through a linear motor etc. based on the measurement value. Moreover, a laser beam is irradiated by the migration mirror of the side face of the direction of -Y of the stage 5 for measurement from laser interferometer 8Y installed in the direction of -Y to Guides 4A and 4B, and the Y coordinate of the stage 5 for measurement measured by laser interferometer 8Y is supplied to the main control system 10. The optical axis of the laser interferometers 7Y and 8Y of a Y-axis has passed through the core AX of the lighting field 9, i.e., the optical axis of a projection optical system PL, along the direction of Y, respectively, and laser interferometers 7Y and 8Y are always measuring the location of the scanning direction of a reticle stage RST and the stage 5 for measurement, respectively.

[0030] And at the time of measurement of an image formation property, a reticle stage RST is made to shunt in the direction of +Y, and if it moves in the direction of Y on the stage 5 for measurement so that an orientation plate 6 may cover the lighting field 9, a laser interferometer 7X1 and the laser beam from 7X2 will separate from the side face of a reticle stage RST, and will come to be irradiated by the migration mirror of the side face of the direction of +X of the stage 5 for measurement. Based on the measurement value obtained from laser interferometer 8Y and 7X1, and 7X2 at this time, the main control system 10 controls the location of the stage 5 for measurement to high degree of accuracy through a linear motor etc. In addition, what is necessary is to form the alignment mark on the orientation plate 6 and just to detect the location of this mark using a reticle alignment microscope to carry out alignment of the orientation plate 6 to high degree of accuracy more to the lighting field 9 in this case.

[0031] On the other hand, although the location of the non-scanning direction of a reticle stage RST is not measured during measurement, if a reticle stage RST arrives at the bottom of the lighting field 9 for exposure, a laser interferometer 7X1 and the laser beam from 7X2 will come to be again irradiated by the migration mirror of a reticle stage RST. And since final alignment is performed using a reticle alignment microscope, there is no inconvenience of a laser interferometer 7X1 and the laser beam from 7X2 breaking off.

[0032] Return and Wafer W are held through a non-illustrated wafer holder at the wafer stage WST top, and the wafer stage WST is laid by drawing 1 free [migration in the direction of X, and the direction of Y] through the pneumatic bearing on the surface plate 13. The focal leveling device which controls the location (focal location) of the Z direction of Wafer W and a tilt angle is also included in the wafer stage WST. Moreover, the stage 14 for measurement where it had various kinds of metering devices in the direction of X and the direction of Y free [migration] through the pneumatic bearing with another object is laid in the wafer stage WST on the surface plate 13. The device which controls the focal location of the top face is included also in the stage 14 for measurement.

[0033] Drawing 2 is the top view showing the wafer stage WST and the stage 14 for measurement, and is set to this drawing 2. In the interior of the front face of a surface plate 13, a coil train is embedded in a predetermined array. In the base of the wafer stage WST, and the base of the stage 14 for measurement, a magnet train is embedded with a yoke, respectively. A flat-surface motor is constituted by that coil train and the corresponding magnet train, respectively, and the location of the direction of X of the wafer stage WST and the stage 14 for measurement and the direction of Y and the angle of rotation are controlled by this flat-surface motor mutually-independent. In addition, about the flat-surface motor, it is indicated more by the detail, for example in JP,8-51756,A.

[0034] The wafer stage WST of this example is equipped only with the minimum function required for exposure. That is, while the wafer stage WST is equipped with a focal leveling machine, on the wafer stage WST, two members of the wafer holder (base side of Wafer W) which carries out adsorption maintenance of the wafer W, and the reference mark plate 17 for location measurement of the wafer stage WST are being fixed. On the reference mark plate 17, the reference mark (un-illustrating) used as the datum reference of the direction of X and the direction of Y is formed, and the physical relationship over the projection image of the wafer stage WST (wafer W) R, for example, reticle, is detected by detecting the location of this

reference mark by the alignment sensor 16.

[0035] Moreover, the front face of the stage 14 for measurement is set as the almost same height as the front face of the wafer W on the wafer stage WST. And the illuminance unevenness sensor 19 which consists of a photoelectrical sensor for measuring the illuminance distribution in the exposure field 12 of the shape of a slit by the dose monitor 18 and the projection optical system PL which consist of a photoelectrical sensor for measuring the energy per all unit time amount of the exposure light which passed the projection optical system PL (incidence energy), and the measurement plate 20 with which the slits 21X and 21Y for image-formation property measurement were formed are being fix to the stage 14 for measurement. A condenser lens and a photoelectrical sensor are arranged at the slit 21X [of the X-axis of the measurement plate 20], and base side of slit 21Y of a Y-axis, respectively, and the space image detection system consists of a measurement plate 20, a photoelectrical sensor, etc. In addition, the edge of rectangle opening may be used instead of the slits 21X and 21Y. And while the light-receiving side of the dose monitor 18 is formed in wrap magnitude in the exposure field 12, the light sensing portion of the illuminance unevenness sensor 19 has become pinhole-like, and the detecting signal of the dose monitor 18 and the illuminance unevenness sensor 19 is supplied to the main control system 10 of drawing 1 .

[0036] Moreover, the detecting signal of the photoelectrical sensor of the pars basilaris ossis occipitalis of the measurement plate 20 is supplied to the image formation property operation system 11 of drawing 1 . in this case, at the time of measurement of the image formation property of a projection optical system PL The orientation plate 6 on the stage 5 for measurement by the side of the reticle of drawing 3 is moved to the lighting field 9. The detecting signal from the photoelectrical sensor of a pars basilaris ossis occipitalis is incorporated by the image formation property operation system 11, the image of the index mark IM currently formed in the orientation plate 9 being projected on a wafer stage side, and scanning the image in the direction of X, and the direction of Y to the slits 21X and 21Y on the measurement plate 20, respectively. By the image formation property operation system 11, that detecting signal is processed, the location of the image of that index mark IM, contrast, etc. are detected, and it outputs to the main control system 10 in quest of image formation properties, such as a curvature of field of a projection image, distortion, and a best focus location, from this detection result. Furthermore, although not illustrated, the device which drives the predetermined lens within a projection optical system PL, and amends image formation properties, such as a predetermined distortion, is also established, and the main control system 10 is constituted so that the image formation property of a projection optical system PL can be amended through this amendment device.

[0037] In drawing 2 , sources of generation of heat, such as amplifier, and the power source, and the signal cable for a communication link are connected to sensors, such as the dose monitor 18 with which the stage 14 for measurement is equipped, the illuminance unevenness sensor 19, and a photoelectrical sensor of the pars basilaris ossis occipitalis of the measurement plate 20, by each. Therefore, when those sensors are carried in the wafer stage WST for exposure, there is a possibility that positioning accuracy etc. may deteriorate with the tension of the heat source which accompanies a sensor, or a signal cable. Moreover, the heat energy by the exposure of the exposure light under measurement of an image formation property etc. also has a possibility of causing aggravation of positioning accuracy etc. On the other hand, in this example, since those sensors are formed in the stage 14 for measurement separated from the wafer stage WST for exposure, there is an advantage to which lowering of a miniaturization and the positioning accuracy by the heat source of the sensor for measurement or the heat energy of the exposure light under measurement while being able to carry out [lightweight]-izing can prevent the wafer stage WST. While the passing speed and the controllability of the wafer stage WST improve and the throughput of an exposure process increases by the miniaturization of the wafer stage WST, positioning accuracy etc. improves more.

[0038] Moreover, a laser beam is irradiated by the migration mirror of the side face of the direction of +Y of the wafer stage WST from laser interferometer 15Y installed in the direction of +Y to the surface plate 13. - A laser beam is irradiated by the migration mirror of the side face of the direction of -X of the wafer stage WST from the biaxial laser interferometer 15X1 installed in the direction of X, and 15X2. The X coordinate of the wafer stage WST, a Y coordinate, and an angle of rotation are measured by laser interferometer 15Y, 15X1, and 15X2, a measurement value is supplied to the main control system 10 of drawing 1 , and the main control system 10 controls the rate and location of the wafer stage WST by them through a flat-surface motor based on the measurement value. Moreover, at the time of measurement of the incidence energy of exposure light etc., the laser beam for those location measurement is irradiated by the migration mirror of the stage 14 for measurement.

[0039] Drawing 4 The wafer stage WST at the time of measurement of the incidence energy of exposure

light etc., And the wafer stage WST is made to shunt in the location distant from the exposure field 12, as an example of arrangement of the stage 14 for measurement is shown and it is shown in this drawing 4 . If it moves on the stage 14 for measurement so that the exposure field 12 may start on the stage 14 for measurement, the laser beam from laser interferometer 15Y, 15X1, and 15X2 will separate from the side face of the wafer stage WST, and will come to be irradiated by the migration mirror of the side face of the stage 14 for measurement. Based on the measurement value obtained from laser interferometer 15Y and 15X1, and 15X2 at this time, the main control system 10 controls the location of the stage 14 for measurement to high degree of accuracy through a flat-surface motor. In addition, since the location of the wafer stage WST and the stage 14 for measurement is roughly controllable also by driving a flat-surface motor with open-loop, in the condition that the laser beam is not irradiated, the main control system 10 drives the location of the wafer stage WST and the stage 14 for measurement by the open loop system using a flat-surface motor. However, the linear encoder for detecting the location of the wafer stage WST and the stage 14 for measurement other than laser interferometer 15Y, 15X1, and 15X2 in predetermined precision etc. is prepared, and location measurement may be performed in the condition that the laser beam is not irradiated, using those linear encoders etc.

[0040] Although not illustrated [return and] to drawing 1 , in the side face of a projection optical system PL, a slit image is aslant projected on two or more measure points of the front face of Wafer W, and the focal location detection system (AF sensor) of an oblique incidence method which detects the focal location of the measure point which corresponds from the amount of strike slips of the slit image in which re-image formation is carried out by the reflected light is arranged. Based on the detection result of the focal location detection system, the front face of the wafer W under scan exposure focuses to the image surface of a projection optical system PL. In addition, although omitted in drawing 2 , on the stage 14 for measurement, the criteria member which has the datum level for the focal location detection systems is also carried.

[0041] Next, it explains per actuation of the projection aligner of this example. First, the amount of incident light of the exposure light IL to a projection optical system PL is measured using the stage 14 for measurement by the side of a wafer stage. In this case, in order to measure the amount of incident light in the condition that Reticle R was loaded, in drawing 1 , the reticle R for exposure is loaded on a reticle stage RST, and Reticle R moves onto the lighting field of the exposure light IL. Then, as shown in drawing 4 , on a surface plate 13, it shunts in the direction of +Y and the stage 14 for measurement moves toward the exposure field 12 by the projection optical system PL on the wafer stage WST. Then, the stage 14 for measurement stops [the light-receiving side of the dose monitor 18 on the stage 14 for measurement] the exposure field 12 in a wrap location, and the quantity of light of the exposure light IL is measured through the dose monitor 18 in this condition.

[0042] By the main control system 10, the measured quantity of light is supplied to the image formation property operation system 11. under the present circumstances, it is alike, for example, the measurement value which detects the flux of light acquired from the exposure light IL by branching within an illumination system 1, and is obtained is also supplied to the image formation property operation system 11, and the multiplier for calculating indirectly the quantity of light which carries out incidence to a projection optical system PL is computed and memorized by the image formation property operation system 11 based on two measurement values from the quantity of light by which a monitor is carried out within an illumination system 1. In the meantime, Wafer W is loaded to the wafer stage WST. Then, as shown in drawing 2 , the stage 14 for measurement shunts in the location distant from the exposure field 12, and migration of the wafer stage WST is performed so that the core of the wafer W on the wafer stage WST may be located near optical-axis AX (core of the exposure field 12) of a projection optical system PL. While the wafer stage WST is shunting, as shown in drawing 4 , since the laser beam from laser interferometer 15Y, 15X1, and 15X2 is not irradiated, position control is performed by driving a flat-surface motor by the open loop system.

[0043] Then, when the stage 14 for measurement shunts the exposure field 12 and the laser beam from laser interferometer 15Y, 15X1, and 15X2 came to be irradiated by the wafer stage WST, the location of the wafer stage WST comes to be controlled based on the measurement value of those laser interferometers. Then, using the reticle alignment microscope of Reticle R which is not illustrated [upper], alignment of Reticle R is performed by driving a reticle stage RST so that the amount of location gaps of the predetermined alignment mark on Reticle R and the predetermined reference mark on the reference mark member 17 of drawing 2 may be made into predetermined desired value. Almost simultaneously with this, the physical relationship (the amount of base lines) over the projection image of the reticle R of the wafer stage WST is detected by accuracy by detecting the location of another reference mark on the reference

mark member 17 by the alignment sensor 16 of drawing 1.

[0044] Next, the array coordinate of each shot field of Wafer W is searched for by detecting the location of the wafer mark attached to the predetermined shot field on Wafer W (sample shot) through the alignment sensor 16. Then, scan exposure is performed, performing alignment of the shot field for [of Wafer W] exposure, and the pattern image of Reticle R based on the array coordinate and the known amount of base lines of the alignment sensor 16.

[0045] Synchronizing with Reticle R being scanned at a rate VR in the direction (or the direction of -Y) of +Y through a reticle stage RST in drawing 1 to the lighting field 9 (referring to drawing 3) of the exposure light IL at the time of scan exposure, Wafer W is scanned by rate beta-VR (beta is a projection scale factor) in the direction of -X (or the direction of +X) through the wafer stage WST to the exposure field 12. It is because a projection optical system PL projects a reversal image that a scanning direction is reverse. And after the exposure to one shot field is completed, the next shot field moves to a scan starting position, and exposure to each shot field is hereafter performed one by one by stepping of the wafer stage WST by step - and - scanning method. As shown during this scan exposure at drawing 2 and drawing 3, the stage 14 for measurement by the side of a wafer stage and the stage 5 for measurement by the side of a reticle stage have shunted outside an exposure field, respectively.

[0046] During exposure, the quantity of light of the flux of light which branched from the exposure light IL for example, within the illumination system 1 is always measured, and the image formation property operation system 11 is supplied. Moreover, by the image formation property operation system 11 The measurement value of the quantity of light supplied and the quantity of light of the exposure light IL which carries out incidence to a projection optical system PL based on the multiplier for which it has asked beforehand are computed. The variation of the image formation properties (a projection scale factor, distortion, etc.) of the projection optical system PL generated by absorption of the exposure light IL is calculated, and this count result is supplied to the main control system 10. By the main control system 10, the image formation property is amended by driving the predetermined lens within a projection optical system PL, for example.

[0047] Although the above is the usual exposure, when measuring a device status by the maintenance of the projection aligner of this example etc., it measures by moving the stage 14 for measurement to the exposure field 12 side. For example, when measuring the illuminance homogeneity in the exposure field 12, after removing Reticle R from a reticle stage RST, illuminance distribution is measured in drawing 4, moving the illuminance unevenness sensor 19 slightly in the direction of X, and the direction of Y in the exposure field 12. In this case, as long as it is necessary to ask accuracy for the location of the stage 14 for measurement more, the reference mark member which is equivalent to the reference mark member 17 like the wafer stage WST is prepared on the stage 14 for measurement, and you may make it measure the location of the reference mark in that reference mark member by the alignment sensor 16.

[0048] Next, it explains per [which measures image formation measurement of a projection optical system PL] actuation using the stage 5 for measurement by the side of a reticle stage, and the stage 14 for measurement by the side of a wafer stage. In this case, in drawing 3, a reticle stage RST shunts in the direction of +Y, and the orientation plate 6 on the stage 5 for measurement moves into the lighting field 9 in it. In order for the laser interferometer 7X1 of a non-scanning direction and the laser beam from 7X2 to also be irradiated by the stage 5 for measurement at this time, based on the measurement value of laser interferometer 8Y, 7X1, and 7X2, the location of the stage 5 for measurement can be positioned to high degree of accuracy.

[0049] At this time, as already explained, the image of two or more index marks IM is projected on a wafer stage side through a projection optical system PL. In this condition, the location of those images and contrast are searched for in drawing 4 by driving the stage 14 for measurement, scanning the image of that index mark IM in the direction of X, and the direction of Y to the slit on the measurement plate 20, and processing the detecting signal of the photoelectrical sensor of the pars basilaris ossis occipitalis of the measurement plate 20 by the image formation property operation system 11. Moreover, the location of those images and contrast are searched for, changing the focal location of the measurement plate 20 the specified quantity every. From these measurement results, the image formation property operation system 11 calculates the amount of fluctuation of image formation properties, such as a best focus location of the projection image of a projection optical system PL, a curvature of field, and distortion (a scale-factor error is included). When this amount of fluctuation is supplied to the main control system 10 and that amount of fluctuation exceeds tolerance, the main control system 10 amends the image formation property of a projection optical system PL.

[0050] With the gestalt of the above-mentioned operation, as shown in drawing 2, the wafer stage WST and the stage 14 for measurement are driven by the flat-surface motor on the surface plate 13, respectively. However, the configuration which drives the wafer stage WST and the stage 14 for measurement two-dimensional with the combination of a 1-dimensional motor is also possible. Then, with reference to drawing 5, it explains about the gestalt of the 2nd operation which drives a wafer stage and the stage for measurement next by the device which combined the 1-dimensional motor, respectively. This example also applies this invention to the projection aligner of step - and - scanning method, gives the same sign to the part corresponding to drawing 1 and drawing 2 in drawing 5, and the detail explanation is omitted.

[0051] The long and slender Y-axis linear guide 32 is installed in the direction (scanning direction) of Y so that the top view and drawing 5 (b) which show the wafer stage side of the projection aligner of this example are the front view, the X-axis linear guides 34A and 34B of two may be installed in the top face of a surface plate 33 by parallel along the direction of X and drawing 5 (a) may connect the X-axis linear guides 34A and 34B in drawing 5 (a) and (b). The Y-axis linear guide 32 is driven in the direction of X along with the X-axis linear guides 34A and 34B with a non-illustrated linear motor.

[0052] Moreover, along with the Y-axis linear guide 32, the wafer stage 31 and the stage 35 for measurement are arranged free [migration] and mutually-independent in the direction of Y, respectively, on the wafer stage 31, adsorption maintenance of the wafer W is carried out through a non-illustrated wafer holder, the dose monitor 18, the illuminance unevenness sensor 19, and the measurement plate 20 are fixed on the stage 35 for measurement, and the photoelectrical sensor is incorporated by the pars basilaris ossis occipitalis of the measurement plate 20. In this case, the base of the wafer stage 31 and the stage 35 for measurement is laid on a surface plate 33 through a pneumatic bearing, respectively, and the wafer stage 31 and the stage 35 for measurement are independently driven in the direction of Y along with the Y-axis linear guide 32 through a non-illustrated linear motor, respectively. That is, the wafer stage 31 and the stage 35 for measurement are independently driven two-dimensional along with the Y-axis linear guide 32 and the X-axis linear guides 34A and 34B, respectively. And also in this example, the two-dimensional location of the wafer stage 31 and the stage 35 for measurement is measured, and the location and actuation rate of the wafer stage 31 and the stage 35 for measurement are controlled by the same laser interferometer of four shafts as laser interferometer 7Y by the side of the reticle stage of drawing 3, 7X1, 7X2, and 8Y based on this measurement result. Other configurations are the same as that of the gestalt of the 1st operation.

[0053] In this example, in case the exposure energy of exposure light or the image formation property of a projection optical system is measured, the wafer stage 31 shunts in the location left in the direction of -Y to the exposure field by exposure light, and the stage 35 for measurement moves to the exposure field. On the other hand, the stage 35 for measurement shunts in the location left in the direction of +Y to the exposure field by exposure light at the time of exposure. Then, after making stepping of the wafer stage 31 carry out in the direction of X, and the direction of Y and moving the shot field for [on Wafer W] exposure to the scan starting position to an exposure field, scan exposure to the shot field concerned is performed by carrying out constant-speed migration of the wafer stage 31 in the direction of Y along with the Y-axis linear guide 32.

[0054] According to this example, along with the Y-axis linear guide 32, the stage 35 for measurement is arranged independently [the wafer stage 31] as mentioned above. By this configuration, by actuation of the scanning direction (the direction of Y) where the control precision of a higher stage is demanded, while not driving the stage 35 for measurement, a miniaturization and since it is lightweight-ized, the wafer stage 31 can improve a scan speed and its synchronous precision at the time of scan exposure etc. is improving. On the other hand, since the stage 35 for measurement is also simultaneously driven to a non-scanning direction (the direction of X), the load to a drive becomes large. However, since so high control precision is not required compared with a scanning direction, the effect of an increment of such a load is small in a non-scanning direction. Furthermore, since the stage 35 for measurement as a source of generation of heat is separated from the wafer stage 31, lowering of the positioning accuracy of the wafer stage 31 etc. is prevented.

[0055] In addition, in this example, as a two-dot chain line shows, the 2nd Y-axis linear guide 36 may be arranged free [migration in the direction of X] to the Y-axis linear guide 32 and juxtaposition at drawing 5 (a) and (b), and the stage 35 for measurement may be arranged free [migration in the direction of Y] to this Y-axis linear guide 32. By this, the control precision at the time of driving the wafer stage 31 in the direction of X also improves.

[0056] Moreover, although the reticle stage RST and the stage 5 for measurement are arranged along with the same guides 4A and 4B as shown in drawing 3, you may enable it to move independently a reticle stage

RST and the stage 5 for measurement by the gestalt of the 1st operation of the above two-dimensional like the wafer stage side of drawing 2 . Furthermore, although the wafer stage WST in which Wafer W is laid, and one 31 are prepared with the gestalt of the above-mentioned operation, respectively, two or more wafer stages in which Wafer W is laid may be prepared. In this case, it can expose on one wafer stage and the approach of performing the measurement or wafer exchange for alignment on the wafer stage of another side can also be used. Similarly two or more reticle stages where Reticle R is laid also in a reticle stage side are prepared, and reticle which is different in the reticle stage of these plurality is laid, and exposure conditions (a focal location, light exposure, lighting conditions, etc.) are changed into the same shot field on a wafer one by one, and you may make it expose such reticles.

[0057] Next, with reference to drawing 6 and drawing 7 , it explains per gestalt of operation of the 3rd of this invention. This example forms the cooling system which cools the metering device formed in the wafer stage, gives the same sign to the part corresponding to drawing 1 and drawing 2 in drawing 6 and drawing 7 , and omits the detail explanation. Drawing 6 shows the projection aligner of this example, in this drawing 6 , Wafer W is arranged at the exposure field 12 side by the projection optical system PL, and Wafer W is held on the wafer stage 41 through a non-illustrated wafer holder, and the wafer stage 41 is laid so that it may drive in the direction of X, and the direction of Y for example, by the flat-surface motor on a surface plate 13. Although not illustrated, in the wafer stage 41, the device which controls the focal location of Wafer W and a tilt angle is also incorporated. Furthermore, the measuring machine style of the exposure light IL and an image formation property is included in the wafer stage 41 so that Wafer W may be surrounded.

[0058] Drawing 7 shows the top view of the wafer stage 41 of drawing 6 , and the reference mark member 17, the dose monitor 18, the illuminance unevenness sensor 19, and the measurement plate 20 with which Slits 21X and 21Y were formed are arranged near the wafer W (wafer holder) in this drawing 7 . Moreover, matching of the illuminance between different projection aligners can be taken now by forming the crevice 47 for installing the criteria illuminometer carried and made near the dose monitor 18, installing a criteria illuminometer in a crevice 47, and measuring the incidence energy of the exposure light IL on the wafer stage 41. Furthermore, the criteria member 46 by which the base plane used as criteria, such as display flatness, was formed in a corner on the wafer stage 41 is also being fixed. In this example, the cooling system for cooling the heat source of these measuring machine styles is formed.

[0059] That is, amplifier etc. is connected to the photoelectrical sensor 43, although the condenser lens 42 and the photoelectrical sensor 43 have been arranged at the pars basilaris ossis occipitalis of slit 21Y of the measurement plate 20 and it did not illustrate, as a part was cut to drawing 6 and was lacked and shown in it. Then, a cooling pipe 44 is installed so that it may pass near the photoelectrical sensor 43 inside the wafer stage 41, the refrigerant which becomes a cooling pipe 44 from an external cooling system from a low-temperature liquid through piping 45A which has big flexibility is supplied, and the refrigerant which passed through the inside of piping 45A is returned to the cooling system through piping 45B which has big flexibility. Moreover, the cooling pipe 44 has also passed the pars basilaris ossis occipitalis of the crevice 47 for criteria illuminometers, the reference mark member 17, and the criteria member 46 in the list near the dose monitor 18 of drawing 7 , and the illuminance unevenness sensor 19. In this example, since the heat energy from the heat source of the amplifier of these metering devices etc. is discharged through the refrigerant in a cooling pipe 44, the positioning accuracy of Wafer W etc. does not get worse with the heat energy. Moreover, even when the exposure light IL is irradiated by the dose monitor 18 and the illuminance unevenness sensor 19 at the time of measurement of the incidence energy of the exposure light IL etc., since the exposure energy is discharged through the refrigerant in a cooling pipe 44, the positioning accuracy of Wafer W etc. does not get worse with the exposure energy.

[0060] In addition, although the metering device is cooled in this example using the refrigerant which consists of a liquid, you may cool by ventilating the air for air conditioning etc. intensively near those metering devices, for example. Next, with reference to drawing 8 , it explains per gestalt of operation of the 4th of this invention. This example prepares a heat insulation member on a wafer stage between the arrangement field (the 1st stage) of a wafer, and the arrangement field (the 2nd stage) of a metering device, gives the same sign to the part corresponding to drawing 7 in drawing 8 , and omits the detail explanation.

[0061] Drawing 8 showed wafer stage 41A which drives a surface plate top as well as the wafer stage 41 of drawing 7 in the direction of X, and the direction of Y, and the upper part of wafer stage 41A is divided into metering-device installation field 41Aa and the other field in this drawing 8 with the heat insulation plate 48 which consists of an ingredient with low thermal conductivity. As an ingredient with the low heat conductivity, metals, such as a stainless steel, iron, and brass, the ceramics, or glass can be used. And while

Wafer W is laid through a wafer holder (un-illustrating) on the latter field, the reference mark member 17 used as a datum reference is installed, and reference mark member 17A by which the mark used as a datum reference was formed in the former metering-device installation field 41Aa, the dose monitor 18, the illuminance unevenness sensor 19, the criteria member 46 that has a base plane, and the measurement plate 20 with which the slit was formed are arranged. Furthermore, on metering-device installation field 41Aa, the crevice 47 for installing a criteria illuminometer is formed.

[0062] In this example, although the metering device in metering-device installation field 41Aa is used at the time of measurement of exposure light or an image formation property, since it is hard to diffuse the heat energy generated with the amplifier of these metering devices etc. with a heat insulation plate 48 in Wafer W side, the positioning accuracy of Wafer W etc. does not get worse. Similarly, the exposure energy given by exposure light at the time of measurement also has the advantage which is hard to diffuse in Wafer W side with a heat insulation plate 48.

[0063] In addition, as shown, for example in drawing 2, the configuration which the wafer stage WST and the stage 14 for measurement have separated can also consider that the air by which it was air-conditioned between the wafer stage WST and the stage 14 for measurement is a heat insulation member. Moreover, you may make it a reticle stage side also arrange a heat insulation member between the field in which reticle is laid, and the field in which a metering device is installed.

[0064] Moreover, although the gestalt of the above-mentioned operation applies this invention to the projection aligner of step - and - scanning method, this invention is applicable also to the aligner of the projection aligner (stepper) of an one-shot exposure mold. Moreover, you may use for the test equipment which uses the stage for positioning not only an aligner but a wafer etc., or repair equipment.

[0065] Thus, this invention is not limited to the gestalt of above-mentioned operation, but can take configurations various in the range which does not deviate from the summary of this invention.

[0066]

[Effect of the Invention] Since the 2nd stage equipped with the metering device to the 1st stage for moving a mask or a substrate is prepared independently according to the 1st or 2nd aligner of this invention, the condition of an exposure beam (exposure light), or where the function which measures the image formation property of a projection optical system is maintained, there are a miniaturization and an advantage which can carry out [lightweight]-izing about the stage for positioning a mask or a substrate, respectively. Therefore, while the controllability ability of these stages can be improved and the throughput of an exposure process also improves, the heat source of the photoelectrical sensor which constitutes a metering device, or amplifier will be separated from the stage for exposure, and superposition precision etc. improves. If especially this invention is applied to the aligner of a scan exposure mold like step - and - scanning method, since a throughput will improve greatly by improvement in a scan speed, especially the effectiveness of this invention is large.

[0067] When the 2nd stage is arranged independently free [the 1st stage] for migration in these cases, the 1st stage can be promptly moved to a measurement field. Moreover, when it has the control device to which the 1st stage is moved between the location (exposure field) where an exposure beam is irradiated, and the location (non-exposing field) where an exposure beam is not irradiated, the 1st stage can be promptly shunted at the time of measurement.

[0068] Moreover, when it has the control device to which the 2nd stage is moved between the location (exposure field) where an exposure beam is irradiated, and the location (non-exposing field) where an exposure beam is not irradiated, the 2nd stage can be promptly shunted at the time of exposure. Moreover, when it has the control device which positions the 2nd stage in the location where an exposure beam is not irradiated when the 1st stage is located in the location which can irradiate an exposure beam, these two stages can be used properly efficiently.

[0069] Next, since it has the cooling system which cools a metering device according to the 3rd or 4th aligner of this invention, the adverse effect of the temperature rise at the time of measuring the condition of an exposure beam or the image formation property of a projection optical system can be mitigated, and there is an advantage positioning accuracy and whose superposition precision improve. Moreover, according to the 5th or 6th aligner of this invention, since it has the heat insulation member between two stages, the adverse effect of the temperature rise at the time of measuring the condition of an exposure beam or the image formation property of a projection optical system can be mitigated, and there is an advantage positioning accuracy and whose superposition precision improve.

[0070] Moreover, when the heat insulation member is a solid material with the low heat conductivity, while

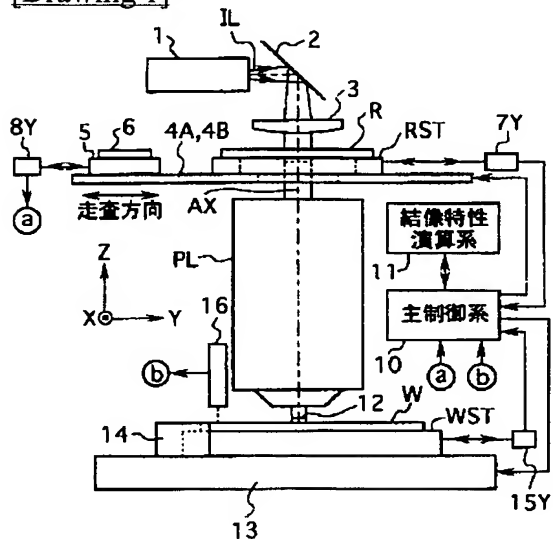
these two stages can be driven as one, when the heat insulation member is the gas by which the temperature control was carried out, the effectiveness of a miniaturization of the 1st stage is also acquired.

[Translation done.]

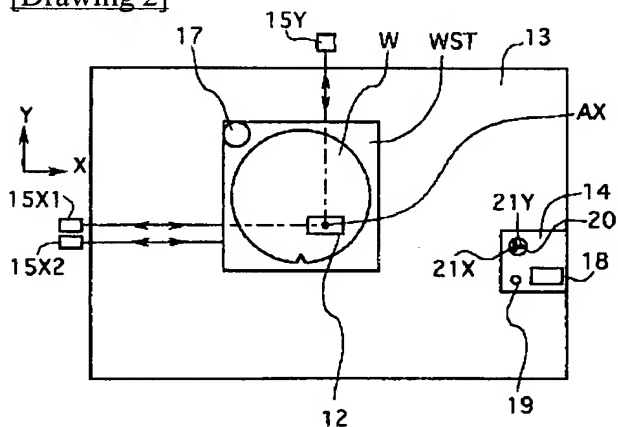
JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2.**** shows the word which can not be translated.
3.In the drawings, any words are not translated.

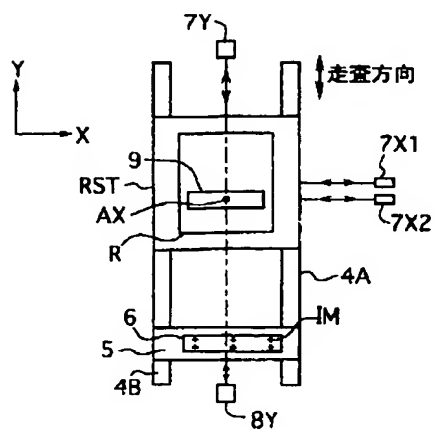
[Drawing 1]



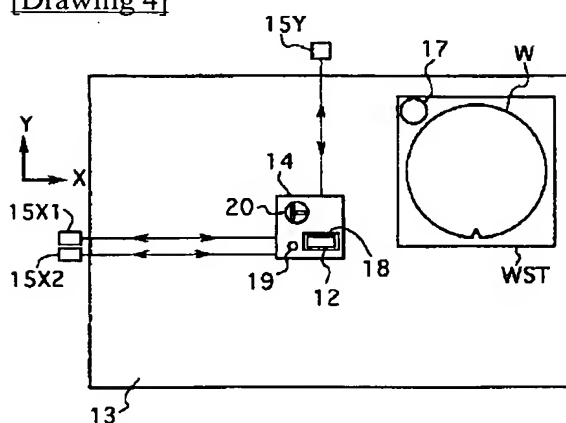
[Drawing 2]



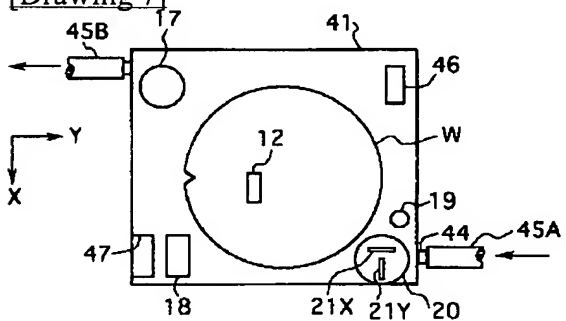
[Drawing 3]



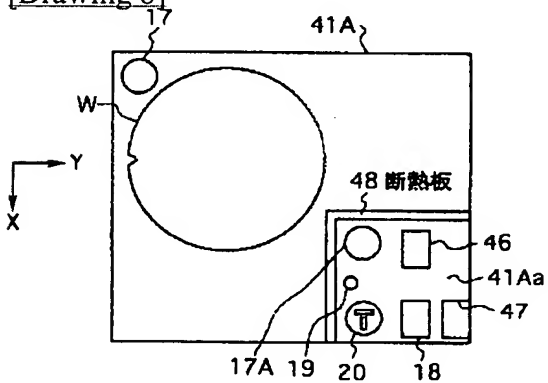
[Drawing 4]



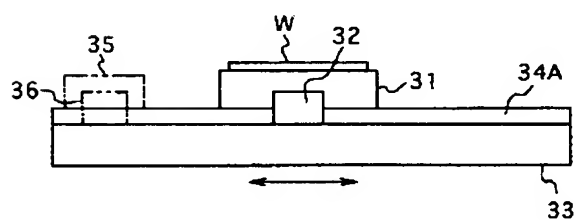
[Drawing 7]



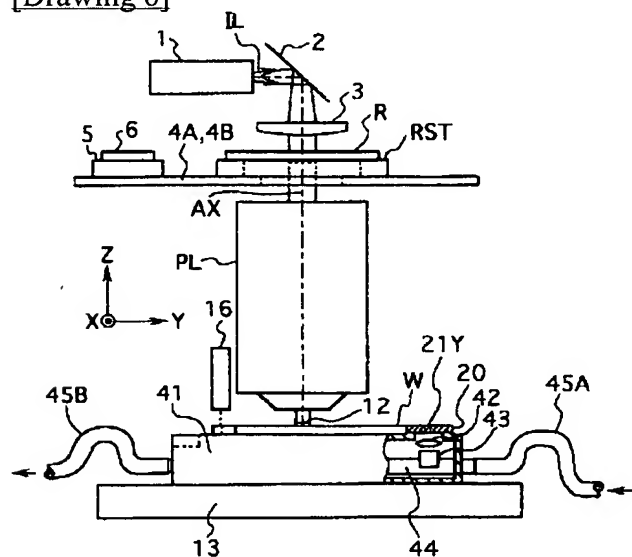
[Drawing 8]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-135400

(43) 公開日 平成11年(1999) 5月21日

(51) Int.Cl.⁸
 H 0 1 L 21/027
 G 0 3 F 7/20

識別記号
 5 2 1

F I
 H 0 1 L 21/30 5 1 6 B
 G 0 3 F 7/20 5 2 1
 H 0 1 L 21/30 5 1 6 C
 5 1 8

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平9-299775

(22) 出願日 平成9年(1997)10月31日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 谷口 哲夫

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

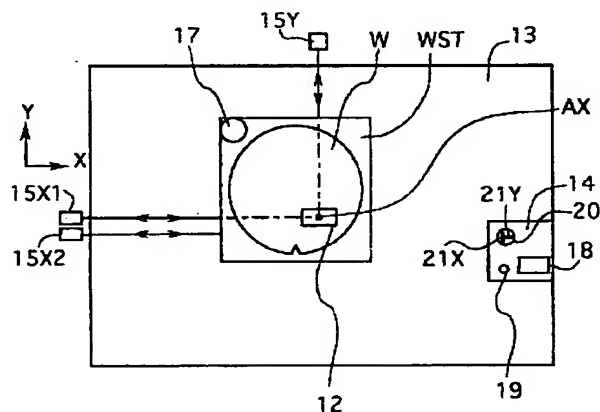
(74) 代理人 弁理士 大森 聡

(54) 【発明の名称】 露光装置

(57) 【要約】

【課題】 露光光の状態、又は結像特性を計測する機能を維持した上で、レチクル、又はウエハを位置決めするためのステージを小型化する。

【解決手段】 定盤13上にX方向、Y方向に移動自在に配置されたウエハステージWST上にウエハWが載置され、ウエハW上の露光領域12内にレチクルのパターン像が露光され、レチクル及びウエハWをY方向に走査することで露光が行われる。定盤13上にウエハステージWSTとは独立にX方向、Y方向に移動自在に計測用ステージ14が配置され、計測用ステージ14上に照射量モニタ18、照度むらセンサ19、及びスリットが形成された測定板20を含む空間像検出系が設置されている。ウエハステージWSTは露光に必要な最小限の機能を備えればよいから、ウエハステージWSTが小型化、軽量化できる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 マスクに形成されたパターンを露光ビームを用いて基板上に転写する露光装置において、前記マスクと前記基板との何れか一方を保持して所定の領域を移動する第 1 のステージと、前記第 1 のステージとは独立した第 2 のステージと、該第 2 のステージに取り付けられて前記露光ビームの状態を計測する計測装置と、を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 2】 請求項 1 記載の露光装置であって、前記第 2 のステージは、前記第 1 のステージとは独立に移動自在に配置されていることを特徴とする露光装置。

【請求項 3】 請求項 1 記載の露光装置であって、前記露光ビームが照射される位置と前記露光ビームが照射されない位置との間で前記第 1 のステージを移動させる制御装置を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 4】 請求項 2 記載の露光装置であって、前記露光ビームが照射される位置と前記露光ビームが照射されない位置との間で前記第 2 のステージを移動させる制御装置を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 5】 請求項 1 記載の露光装置であって、前記第 1 のステージが前記露光ビームを照射される位置に有るときに、前記第 2 のステージを前記露光ビームが照射されない位置に位置決めする制御装置を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 6】 マスクに形成されたパターンを投影光学系を介して基板上に投影する露光装置において、前記基板を保持して所定の領域を移動する第 1 のステージと、前記第 1 のステージとは独立した第 2 のステージと、該第 2 のステージ上に配置されて前記投影光学系の結像特性を計測する計測装置と、を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 7】 請求項 6 記載の露光装置であって、前記第 2 のステージは、前記第 1 のステージとは独立に移動自在に配置されていることを特徴とする露光装置。

【請求項 8】 請求項 6 記載の露光装置であって、前記投影光学系による露光領域内の位置と、該露光領域の外側の所定の位置との間で前記第 1 のステージを移動させる制御装置を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 9】 請求項 6 記載の露光装置であって、前記投影光学系による露光領域内の位置と、該露光領域の外側の所定の位置との間で前記第 2 のステージを移動させる制御装置を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 10】 マスクに形成されたパターンを露光ビームを用いて基板上に転写する露光装置において、前記露光ビームの状態を計測する計測装置が配置されたステージと、該ステージに備えられ前記計測装置を冷却する冷却装置と、を有することを特徴とする露光装置。

【請求項 11】 マスクに形成されたパターンを投影光学系を介して基板上に投影する露光装置において、前記投影光学系の結像特性を計測する計測装置が配置されたステージと、該ステージに備えられ前記計測装置を冷却する冷却装置と、を有することを特徴とする露光装置。

【請求項 12】 マスクに形成されたパターンを露光ビームを用いて基板上に転写する露光装置において、前記マスクと前記基板との何れか一方を保持して所定の領域を移動する第 1 のステージと、前記露光ビームの状態を計測する計測装置が搭載された第 2 のステージと、前記第 1 のステージと前記第 2 のステージとの間に配置され、前記第 2 のステージから伝導する熱を遮断する断熱部材と、を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 13】 請求項 12 記載の露光装置であって、前記断熱部材は、熱伝導率の低い固体材料、又は温度調整された気体であることを特徴とする露光装置。

【請求項 14】 マスクに形成されたパターンを投影光学系を介して基板上に投影する露光装置において、前記基板を保持して所定の領域を移動する第 1 のステージと、前記投影光学系の結像特性を計測する計測装置が搭載された第 2 のステージと、前記第 1 のステージと前記第 2 のステージとの間に配置され、前記第 2 のステージから伝導する熱を遮断する断熱部材と、を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項 15】 請求項 14 記載の露光装置であって、前記断熱部材は、熱伝導率の低い固体材料、又は温度調整された気体であることを特徴とする露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば半導体素子、液晶表示素子、又は薄膜磁気ヘッド等を製造するためのリソグラフィ工程中で、マスクパターンを感光性の基板上に転写するために使用される露光装置に関し、特に露光ビームの状態、又は結像特性等を計測するための計測装置を備えた露光装置に使用して好適なものである。

【0002】

【従来の技術】半導体素子等を製造する際に、所定の露光光のもとでマスクとしてのレチクルのパターンを投影光学系を介してレジストの塗布されたウエハ（又はガラスプレート等）上に転写する工程で、従来は一括露光型の投影露光装置（ステッパー）が多用されていた。最近では、投影光学系を大型化することなく大面積のレチクルのパターンを高精度に転写するために、レチクル及びウエハを投影光学系に対して同期走査して露光を行うステップ・アンド・スキャン方式のような走査露光型の投影露光装置（走査型露光装置）も注目されている。

【0003】これらの露光装置では、常に適正な露光量で、且つ高い結像特性を維持した状態で露光を行う必要があるため、レチクルの位置決めを行うレチクルステージ、又はウエハの位置決めを行うウエハステージには、露光光の照度等の状態、及び投影倍率等の結像特性を計測するための計測装置が備えられている。例えばウエハステージに備えられている計測装置としては、投影光学系に対する露光光の入射エネルギーを計測するための照射量モニタ、及び投影像の位置やコントラスト等を計測するための空間像検出系等がある。一方、レチクルステージ上に備えられている計測装置としては、例えば投影光学系の結像特性計測用に用いられる指標マークが形成された基準板がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記の如き従来の露光装置においては、レチクルステージ、又はウエハステージに設けられた計測装置を用いて、露光量の適正化が図られると共に、高い結像特性が維持されていた。これに対して、最近の露光装置には、半導体素子等を製造する際の露光工程のスループット（生産性）を高めることも要求されている。スループットを向上させるための方法としては、単位時間当たりの露光エネルギーを増加させる方法の他に、ステージの駆動速度を大きくして、一括露光型ではステッピング時間を短縮し、走査露光型ではステッピング時間及び走査露光時間を短縮する方法がある。

【0005】このようにステージの駆動速度を向上させるには、ステージ系が同じ大きさである場合にはより大きい出力の駆動モータを使用すればよく、逆に従来と同じ出力の駆動モータで駆動速度を向上させるには、ステージ系を小型化、軽量化する必要がある。ところが、前者のようにより大きい出力の駆動モータを使用すると、その駆動モータから発生する熱量が増大する。このように増大する熱量は、ステージ系の微妙な熱変形を生じて、露光装置で要求されている高い位置決め精度が得られなくなる恐れがある。そこで、位置決め精度の劣化を防止して、駆動速度を向上するには、後者のようにステージ系をできるだけ小型化、軽量化することが望まれる。

【0006】特に、走査露光型の露光装置では、駆動速度の向上によって走査露光時間も短縮されてスループットが大きく改善されると共に、ステージ系の小型化によってレチクルとウエハとの同期精度も向上して、結像性能や重ね合わせ精度も向上するという大きな利点がある。ところが、従来のようにレチクルステージ、又はウエハステージに各種計測装置が備えられている場合には、ステージを小型化するのは困難である。

【0007】更に、レチクルステージ、又はウエハステージに露光光の状態、又は結像特性等を計測するための計測装置が備えられている場合、その計測装置には通常

アンプ等の熱源が付属していると共に、計測中に露光光の照射によってその計測装置の温度が次第に上昇する。その結果、レチクルステージ、又はウエハステージが微妙に熱変形して、位置決め精度や重ね合わせ精度等が劣化する恐れもある。現状では、計測装置の温度上昇による位置決め精度等の劣化は僅かなものであるが、今後、半導体素子等の回路パターンが一層微細化するにつれて、計測装置の温度上昇の影響を抑制する必要性が高まると予想される。

【0008】本発明は斯かる点に鑑み、露光光の状態、又は結像特性を計測する機能を維持した状態で、レチクル、又はウエハを位置決めするためのステージを小型化できる露光装置を提供することを第1の目的とする。更に本発明は、露光光の状態、又は結像特性を計測する計測装置を備えると共に、その計測装置を使用して計測する際の温度上昇の悪影響を軽減できる露光装置を提供することを第2の目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明による第1の露光装置は、マスク（R）に形成されたパターンを露光ビームを用いて基板（W）上に転写する露光装置において、そのマスクとその基板との何れか一方を保持して所定の領域を移動する第1のステージ（RST；WST）と、その第1のステージとは独立した第2のステージ（5；14）と、この第2のステージに取り付けられてその露光ビームの状態を計測する計測装置（6；18）と、を備えたものである。

【0010】斯かる本発明によれば、本来の露光に使用するその第1のステージには露光に必要な最小限の機能のみを持たせることによって、その第1のステージの大きさは必要最小限にできるため、ステージの小型化、軽量化が可能になる。一方、露光に直接必要がなく、露光ビームの照度等の状態を計測する計測装置は、別の第2のステージに搭載されるため、露光ビームの状態も計測できる。

【0011】この場合、その計測装置の一例は、露光ビームの全体のパワーを計測する光電センサ、又はその露光ビームの照度分布を計測する照度むらセンサ等である。また、その第2のステージは、一例として例えばその第1のステージの移動面上で、その第1のステージとは独立に移動自在に配置されているものである。このとき、その第1のステージの代わりにその第2のステージを配置することによって、マスク、又は基板が実際に配置される面の近傍での露光ビームの状態が計測できる。

【0012】また、その露光ビームが照射される位置とその露光ビームが照射されない位置との間でその第1のステージを移動させる制御装置（10）を備えることが望ましい。このとき、計測時にはその第1のステージが露光ビームの照射位置から待避される。また、その露光ビームが照射される位置とその露光ビームが照射されな

い位置との間でその第2のステージを移動させる制御装置(10)を備えることが望ましい。これによって、計測時にはその第2のステージの計測装置が露光ビームの照射位置に移動する。

【0013】また、その第1のステージがその露光ビームを照射される位置に有るときに、その第2のステージをその露光ビームが照射されない位置に位置決めする制御装置(10)を備えることが望ましい。これによって、露光時、及び計測時で2つのステージを効率的に使い分けられる。次に、本発明による第2の露光装置は、マスク(R)に形成されたパターンを投影光学系(P

L)を介して基板(W)上に投影する露光装置において、その基板を保持して所定の領域を移動する第1のステージ(WST)と、その第1のステージとは独立した第2のステージ(14)と、この第2のステージ上に配置されてその投影光学系の結像特性を計測する計測装置(20)と、を備えたものである。

【0014】斯かる本発明によれば、本来の露光に使用するその第1のステージには露光に必要な最小限の機能のみを持たせることによって、その第1のステージの小型化、軽量化が可能になる。一方、露光に直接必要がなく、ディストーション等の結像特性を計測する計測装置は、別の第2のステージに搭載されるため、結像特性も計測できる。

【0015】この場合、その計測装置の一例は、投影像の位置センサ、計測用指標マーク、又は計測用基準面等である。また、その第2のステージは、一例として例えばその第1のステージの移動面上で、その第1のステージとは独立に移動自在に配置されているものである。このとき、その第1のステージの代わりにその第2のステージを配置することによって、その基板が実際に配置される面での結像特性が計測できる。

【0016】また、その投影光学系による露光領域内の位置と、この露光領域の外側の所定の位置との間でその第1のステージを移動させる制御装置(10)を備えることが望ましい。このとき、計測時にはその第1のステージが露光領域から待避される。同様に、その投影光学系による露光領域内の位置と、この露光領域の外側の所定の位置との間でその第2のステージを移動させる制御装置(10)を備えることが望ましい。このとき、計測時にはその第2のステージの計測装置が露光領域に移動する。

【0017】次に、本発明の第3の露光装置は、マスク(R)に形成されたパターンを露光ビームを用いて基板(W)上に転写する露光装置において、その露光ビームの状態を計測する計測装置(18, 19)が配置されたステージ(41)と、このステージに備えられてその計測装置を冷却する冷却装置(44, 45A, 45B)と、を有するものである。斯かる本発明によれば、その計測装置を使用して露光ビームの照度等を計測する際に

その計測装置が温度上昇しても、その冷却装置によって冷却されるため、露光部にはその温度上昇の影響が及ばない。

【0018】次に、本発明の第4の露光装置は、マスク(R)に形成されたパターンを投影光学系(PL)を介して基板(W)上に投影する露光装置において、その投影光学系の結像特性を計測する計測装置(20, 42, 43)が配置されたステージ(41)と、このステージに備えられてその計測装置を冷却する冷却装置(44, 45A, 45B)と、を有するものである。斯かる本発明によれば、その計測装置を使用して結像特性を計測する際にその計測装置が温度上昇しても、その冷却装置によって冷却されるため、露光部にはその温度上昇の影響が及ばない。

【0019】次に、本発明の第5の露光装置は、マスク(R)に形成されたパターンを露光ビームを用いて基板(W)上に転写する露光装置において、そのマスクとその基板との何れか一方を保持して所定の領域を移動する第1のステージ(WST; 41A)と、その露光ビームの状態を計測する計測装置(18, 19)が搭載された第2のステージ(14; 41Aa)と、その第1のステージとその第2のステージとの間に配置され、その第2のステージから伝導する熱を遮断する断熱部材(48)と、を備えたものである。斯かる本発明によれば、その計測装置が熱源を含んでいても、又はその計測装置を使用して露光ビームの照度等を計測する際にその計測装置が温度上昇しても、その断熱部材によって熱伝導が阻害され、露光部にはその熱源や温度上昇の影響が及ばない。

【0020】この場合、その断熱部材の一例は、熱伝導率の低い固体材料(48)、又は温度調整された気体である。温度調整された気体としては、空調されている気体等が使用される。次に、本発明の第6の露光装置は、マスク(R)に形成されたパターンを投影光学系(PL)を介して基板(W)上に投影する露光装置において、その基板を保持して所定の領域を移動する第1のステージ(WST; 41A)と、その投影光学系の結像特性を計測する計測装置(20)が搭載された第2のステージ(14; 41Aa)と、その第1のステージとその第2のステージとの間に配置され、その第2のステージから伝導する熱を遮断する断熱部材(48)と、を備えたものである。斯かる本発明によれば、その計測装置を使用して結像特性を計測する際にその計測装置が温度上昇しても、又はその計測装置が熱源を含んでいても、その断熱部材によって熱伝導が阻害されるため、露光部にはその温度上昇等の影響が及ばない。

【0021】この場合も、その断熱部材の一例は、熱伝導率の低い固体材料(48)、又は温度調整された気体である。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の第 1 の実施の形態につき図 1 ～図 4 を参照して説明する。図 1 は本例で使用するステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置を示し、この図 1 において露光時には、露光光源、ビーム整形光学系、照度分布均一化用のフライアイレンズ、光量モニタ、可変開口絞り、視野絞り、及びリレーレンズ系を含む照明系 1 から射出された露光光 I L は、ミラー 2、及びコンデンサレンズ 3 を介してレチクル R のパターン面（下面）のスリット状の照明領域を照明する。露光光 I L としては、K r F（波長 248 nm）、若しくは A r F（波長 193 nm）等のエキシマレーザ光、Y A G レーザの高調波、又は水銀ランプの i 線（波長 365 nm）等が使用できる。照明系 1 内の可変開口絞りを切り換えることによって、通常の照明方法、輪帯照明、いわゆる変形照明、及び小さいコヒーレンスファクタ（ σ 値）の照明等の内の所望の照明方法を選択できるように構成されている。露光光源がレーザ光源である場合には、その発光タイミング等は装置全体の動作を統轄制御する主制御系 10 が、不図示のレーザ電源を介して制御する。

【0023】レチクル R のその露光光 I L による照明領域 9（図 3 参照）内のパターンの像は、投影光学系 P L を介して投影倍率 β （ β は、 $1/4$ 倍、又は $1/5$ 倍等）で縮小されて、フォトレジストが塗布されたウエハ W 上のスリット状の露光領域 12 に投影される。以下、投影光学系 P L の光軸 A X に平行に Z 軸を取り、Z 軸に垂直な平面内で走査露光時のレチクル R 及びウエハ W の走査方向に直交する非走査方向（即ち、図 1 の紙面に垂直な方向）に沿って X 軸を取り、走査方向（即ち、図 1 の紙面に平行な方向）に沿って Y 軸を取って説明する。

【0024】先ず、ウエハ W のアライメント用のオフ・アクシス方式で画像処理方式のアライメントセンサ 16 が投影光学系 P L に隣接して設けられており、アライメントセンサ 16 の検出信号が主制御系 10 内のアライメント処理系に供給されている。アライメントセンサ 16 は、ウエハ W 上に形成されている位置合わせ用のマーク（ウエハマーク）等の位置検出を行うために使用される。アライメントセンサ 16 の検出中心と投影光学系 P L によるレチクル R の投影像の中心との間隔（ベースライン量）は予め高精度に求められて、主制御系 10 内のアライメント処理系に記憶されており、アライメントセンサ 16 の検出結果、及びそのベースライン量よりウエハ W の各ショット領域とレチクル R の投影像とが高精度に重ね合わせられる。不図示であるが、レチクル R の上方にはレチクル R 上のアライメントマークを検出するためのレチクルアライメント顕微鏡が配置されている。

【0025】次に、レチクル R は、レチクルステージ R S T 上に真空吸着によって保持され、レチクルステージ R S T は、Y 方向に平行に配置された 2 本のガイド 4 A 及び 4 B 上にエアベアリングを介して Y 方向に移動自

在に載置されている。更に本例では、ガイド 4 A 及び 4 B 上に、レチクルステージ R S T とは独立にエアベアリングを介して Y 方向に移動自在に計測用ステージ 5 が載置されている。

【0026】図 3 は、レチクルステージ R S T 及び計測用ステージ 5 を示す平面図であり、この図 3 において、Y 方向（走査方向）に伸びたガイド 4 A 及び 4 B に沿って、それぞれ不図示のリニアモータ等によって Y 方向に駆動されるようにレチクルステージ R S T、及び計測用ステージ 5 が載置されている。ガイド 4 A、4 B の長さは、走査露光時のレチクルステージ R S T の移動ストロークよりも、少なくとも計測用ステージ 5 の幅分だけ長く設定されている。また、レチクルステージ R S T は、Y 方向に移動する粗動ステージと、この粗動ステージ上で 2 次元的な位置が微調整できる微動ステージとを組み合わせる構成されている。

【0027】そして、計測用ステージ 5 上に X 方向に細長いガラス板よりなる基準板 6 が固定され、基準板 6 上に投影光学系 P L の結像特性計測用の複数の指標マーク I M が所定の配置で形成されている。基準板 6 は、レチクル R に対する露光光のスリット状の照明領域 9、より正確には投影光学系 P L のレチクル R 側の視野を覆うことができるだけの大きさを備えている。基準板 6 を使用することで、結像特性計測用の専用レチクルを用意しておく必要がなく、且つ、実露光用のレチクル R とその専用レチクルとの交換時間も不要となるため、結像特性を高頻度に計測でき、投影光学系 P L の経時変化に正確に追従することができる。

【0028】このように本例では、基準板 6 用の計測用ステージ 5 が独立に設けられ、本来のレチクルステージ R S T 上には、レチクル R の他に計測用の部材は搭載されていない。即ち、レチクルステージ R S T は、走査露光のために必要最小限の走査、及び位置決め機能のみを備えればよいため、レチクルステージ R S T の小型化、軽量化が実現されている。従って、レチクルステージ R S T をより高速に走査できるため、露光工程のスループットが向上する。特に縮小投影の場合には、レチクルステージ R S T の走査速度はウエハステージの走査速度の $1/\beta$ 倍（例えば 4 倍、5 倍等）になるため、走査速度の上限はレチクルステージでほぼ決定されることがあり、この場合には本例では特にスループットが大きく向上する。

【0029】また、ガイド 4 A、4 B に対して +Y 方向に設置されたレーザ干渉計 7 Y からレチクルステージ R S T の +Y 方向の側面の移動鏡にレーザビームが照射され、+X 方向に設置された 2 軸のレーザ干渉計 7 X 1、7 X 2 からレチクルステージ R S T の +X 方向の側面の移動鏡にレーザビームが照射され、レーザ干渉計 7 Y、7 X 1、7 X 2 によってレチクルステージ R S T の X 座標、Y 座標、及び回転角が計測され、計測値が図 1 の主

制御系 1 0 に供給され、主制御系 1 0 はその計測値に基づいてリニアモータ等を介してレチクルステージ R S T の速度や位置を制御する。また、ガイド 4 A、4 B に対して-Y 方向に設置されたレーザ干渉計 8 Y から計測用ステージ 5 の-Y 方向の側面の移動鏡にレーザビームが照射され、レーザ干渉計 8 Y によって計測される計測用ステージ 5 の Y 座標が主制御系 1 0 に供給されている。Y 軸のレーザ干渉計 7 Y 及び 8 Y の光軸は、それぞれ Y 方向に沿って照明領域 9 の中心、即ち投影光学系 P L の光軸 A X を通過しており、レーザ干渉計 7 Y 及び 8 Y は、それぞれ常時レチクルステージ R S T 及び計測用ステージ 5 の走査方向の位置を計測している。

【0 0 3 0】そして、結像特性の計測時に、レチクルステージ R S T を+Y 方向に待避させて、基準板 6 が照明領域 9 を覆うように計測用ステージ 5 を Y 方向に移動すると、レーザ干渉計 7 X 1、7 X 2 からのレーザビームがレチクルステージ R S T の側面から外れて計測用ステージ 5 の+X 方向の側面の移動鏡に照射されるようになる。このときにレーザ干渉計 8 Y 及び 7 X 1、7 X 2 から得られる計測値に基づいて、主制御系 1 0 はリニアモータ等を介して計測用ステージ 5 の位置を高精度に制御する。なお、この際に基準板 6 を照明領域 9 に対してより高精度に位置合わせしたい場合には、基準板 6 上にアライメントマークを形成しておき、このマークの位置をレチクルアライメント顕微鏡を用いて検出すればよい。

【0 0 3 1】一方、計測中には、レチクルステージ R S T の非走査方向の位置は計測されないが、露光のためにレチクルステージ R S T が照明領域 9 下に達すれば、再びレーザ干渉計 7 X 1、7 X 2 からのレーザビームがレチクルステージ R S T の移動鏡に照射されるようになる。そして、最終的な位置合わせはレチクルアライメント顕微鏡を用いて行われるため、レーザ干渉計 7 X 1、7 X 2 からのレーザビームが途切れることの不都合はない。

【0 0 3 2】図 1 に戻り、ウエハ W は不図示のウエハホルダを介してウエハステージ W S T 上に保持され、ウエハステージ W S T は定盤 1 3 上にエアベアリングを介して X 方向、Y 方向に移動自在に載置されている。ウエハステージ W S T には、ウエハ W の Z 方向の位置（フォーカス位置）、及び傾斜角を制御するフォーカス・レベリング機構も組み込まれている。また、定盤 1 3 上にウエハステージ W S T とは別体でエアベアリングを介して X 方向、Y 方向に移動自在に各種の計測装置が備えられた計測用ステージ 1 4 が載置されている。計測用ステージ 1 4 にも、その上面のフォーカス位置を制御する機構が組み込まれている。

【0 0 3 3】図 2 は、ウエハステージ W S T、及び計測用ステージ 1 4 を示す平面図であり、この図 2 において、定盤 1 3 の表面の内部には例えば所定の配列でコイル列が埋め込まれ、ウエハステージ W S T の底面、及び

計測用ステージ 1 4 の底面にはそれぞれヨークと共に磁石列が埋め込まれ、そのコイル列、及び対応する磁石列によってそれぞれ平面モータが構成され、この平面モータによってウエハステージ W S T、及び計測用ステージ 1 4 の X 方向、Y 方向の位置、及び回転角が互いに独立に制御されている。なお、平面モータについては、例えば特開平 8 - 5 1 7 5 6 号公報においてより詳細に開示されている。

【0 0 3 4】本例のウエハステージ W S T は、露光に必要な最小限の機能のみを備えている。即ち、ウエハステージ W S T は、フォーカス・レベリング機構を備えると共に、ウエハステージ W S T 上には、ウエハ W を吸着保持するウエハホルダ（ウエハ W の底面側）と、ウエハステージ W S T の位置計測用の基準マーク板 1 7 との 2 つの部材が固定されている。基準マーク板 1 7 上には、X 方向、及び Y 方向の位置基準となる基準マーク（不図示）が形成されており、この基準マークの位置をアライメントセンサ 1 6 で検出することによって、ウエハステージ W S T（ウエハ W）の例えばレチクル R の投影像に対する位置関係が検出される。

【0 0 3 5】また、計測用ステージ 1 4 の表面は、ウエハステージ W S T 上のウエハ W の表面とほぼ同じ高さに設定されている。そして、計測用ステージ 1 4 には、投影光学系 P L を通過した露光光の全部の単位時間当たりのエネルギー（入射エネルギー）を計測するための光電センサよりなる照射量モニタ 1 8、投影光学系 P L によるスリット状の露光領域 1 2 内での照度分布を計測するための光電センサよりなる照度むらセンサ 1 9、及び結像特性測定用のスリット 2 1 X、2 1 Y が形成された測定板 2 0 が固定されている。測定板 2 0 の X 軸のスリット 2 1 X、及び Y 軸のスリット 2 1 Y の底面側にはそれぞれ集光レンズ、及び光電センサが配置され、測定板 2 0、及び光電センサ等より空間像検出系が構成されている。なお、そのスリット 2 1 X、2 1 Y の代わりに、矩形開口のエッジを使用してもよい。そして、照射量モニタ 1 8 の受光面は、露光領域 1 2 を覆う大きさに形成されると共に、照度むらセンサ 1 9 の受光部はピンホール状となっており、照射量モニタ 1 8 及び照度むらセンサ 1 9 の検出信号は図 1 の主制御系 1 0 に供給されている。

【0 0 3 6】また、測定板 2 0 の底部の光電センサの検出信号は図 1 の結像特性演算系 1 1 に供給されている。この場合、投影光学系 P L の結像特性の計測時には、図 3 のレチクル側の計測用ステージ 5 上の基準板 6 が照明領域 9 に移動され、基準板 9 に形成されている指標マーク I M の像がウエハステージ側に投影され、その像を計測板 2 0 上のスリット 2 1 X、2 1 Y でそれぞれ X 方向、Y 方向に走査しつつ、底部の光電センサからの検出信号を結像特性演算系 1 1 で取り込む。結像特性演算系 1 1 では、その検出信号を処理してその指標マーク I M

の像の位置、及びコントラスト等を検出し、この検出結果より投影像の像面湾曲、ディストーション、ベストフォーカス位置等の結像特性を求めて主制御系 10 に出力する。更に、不図示であるが、投影光学系 PL 内の所定のレンズを駆動して所定のディストーション等の結像特性を補正する機構も設けられており、主制御系 10 はこの補正機構を介して投影光学系 PL の結像特性を補正できるように構成されている。

【0037】図 2 において、計測用ステージ 14 に備えられている照射量モニタ 18、照度むらセンサ 19、及び測定板 20 の底部の光電センサ等のセンサには、何れもアンプ等の発熱源、及び電源や通信用の信号ケーブルが接続されている。従って、それらのセンサが露光用のウエハステージ WST に搭載されていると、センサに付随する熱源や信号ケーブルの張力によって位置決め精度等が劣化する恐れがある。また、結像特性等の計測中の露光光の照射による熱エネルギーも位置決め精度の悪化等を招く恐れがある。これに対して本例では、それらのセンサが露光用のウエハステージ WST から分離された計測用ステージ 14 に設けられているため、ウエハステージ WST を小型化、軽量化できると共に、計測用のセンサの熱源や計測中の露光光の熱エネルギーによる位置決め精度の低下が防止できる利点がある。ウエハステージ WST の小型化によって、ウエハステージ WST の移動速度や制御性が向上し、露光工程のスループットが高まると共に、位置決め精度等がより向上する。

【0038】また、定盤 13 に対して +Y 方向に設置されたレーザ干渉計 15Y からウエハステージ WST の +Y 方向の側面の移動鏡にレーザビームが照射され、-X 方向に設置された 2 軸のレーザ干渉計 15X1、15X2 からウエハステージ WST の -X 方向の側面の移動鏡にレーザビームが照射され、レーザ干渉計 15Y、15X1、15X2 によってウエハステージ WST の X 座標、Y 座標、及び回転角が計測され、計測値が図 1 の主制御系 10 に供給され、主制御系 10 はその計測値に基づいて平面モータを介してウエハステージ WST の速度や位置を制御する。また、露光光の入射エネルギー等の計測時には、それらの位置計測用のレーザビームは計測用ステージ 14 の移動鏡に照射される。

【0039】図 4 は、露光光の入射エネルギー等の計測時のウエハステージ WST、及び計測用ステージ 14 の配置の一例を示し、この図 4 に示すようにウエハステージ WST を露光領域 12 から離れた位置に待避させて、露光領域 12 が計測用ステージ 14 上にかかるように計測用ステージ 14 を移動すると、レーザ干渉計 15Y、15X1、15X2 からのレーザビームが、ウエハステージ WST の側面から外れて計測用ステージ 14 の側面の移動鏡に照射されるようになる。このときにレーザ干渉計 15Y 及び 15X1、15X2 から得られる計測値に基づいて、主制御系 10 は平面モータを介して計測用

ステージ 14 の位置を高精度に制御する。なお、平面モータをオープンループで駆動することによってもウエハステージ WST、及び計測用ステージ 14 の位置は大きめに制御できるため、レーザビームが照射されていない状態では、主制御系 10 はウエハステージ WST、及び計測用ステージ 14 の位置を平面モータを用いてオープンループ方式で駆動する。但し、レーザ干渉計 15Y、15X1、15X2 の他に、ウエハステージ WST、及び計測用ステージ 14 の位置を所定精度で検出するためのリニアエンコーダ等を設けておき、レーザビームが照射されていない状態では、それらのリニアエンコーダ等を用いて位置計測を行ってもよい。

【0040】図 1 に戻り、不図示であるが、投影光学系 PL の側面には、ウエハ W の表面の複数の計測点にスリット像を斜めに投影し、その反射光によって再結像されるスリット像の横ずれ量から対応する計測点のフォーカス位置を検出する斜入射方式の焦点位置検出系 (AF センサ) が配置されている。その焦点位置検出系の検出結果に基づいて、走査露光中のウエハ W の表面が投影光学系 PL の像面に合焦される。なお、図 2 では省略しているが、計測用ステージ 14 上にはその焦点位置検出系用の基準面を有する基準部材も搭載されている。

【0041】次に、本例の投影露光装置の動作につき説明する。まず、ウエハステージ側の計測用ステージ 14 を用いて投影光学系 PL に対する露光光 IL の入射光量を計測する。この場合、レチクル R がロードされた状態での入射光量を計測するために、図 1 において、レチクルステージ RST 上に露光用のレチクル R がロードされ、レチクル R が露光光 IL の照明領域上に移動する。その後、図 4 に示すように、ウエハステージ WST は定盤 13 上で例えば +Y 方向に待避し、計測用ステージ 14 が投影光学系 PL による露光領域 12 に向かって移動する。その後、計測用ステージ 14 上の照射量モニタ 18 の受光面が露光領域 12 を覆う位置で計測用ステージ 14 が停止し、この状態で照射量モニタ 18 を介して露光光 IL の光量が計測される。

【0042】主制御系 10 では、その計測された光量を結像特性演算系 11 に供給する。この際に、例えば照明系 1 内で露光光 IL から分岐して得られる光束を検出して得られる計測値も結像特性演算系 11 に供給されており、結像特性演算系 11 では、2 つの計測値に基づいて、照明系 1 内でモニタされる光量から投影光学系 PL に入射する光量を間接的に演算するための係数を算出して記憶する。この間に、ウエハステージ WST にはウエハ W がロードされる。その後、図 2 に示すように、計測用ステージ 14 は露光領域 12 から離れた位置に待避し、ウエハステージ WST 上のウエハ W の中心が投影光学系 PL の光軸 AX (露光領域 12 の中心) 付近に位置するように、ウエハステージ WST の移動が行われる。ウエハステージ WST が待避中であるときには、図 4 に

示すように、レーザ干渉計 15Y, 15X1, 15X2 からのレーザビームは照射されないため、例えば平面モータをオープンループ方式で駆動することによって位置制御が行われている。

【0043】その後、計測用ステージ 14 が露光領域 12 から待避して、ウエハステージ WST にレーザ干渉計 15Y, 15X1, 15X2 からのレーザビームが照射されるようになった時点で、ウエハステージ WST の位置はそれらのレーザ干渉計の計測値に基づいて制御されるようになる。その後、レチクル R の上方の不図示のレチクルアライメント顕微鏡を用いて、レチクル R 上の所定のアライメントマークと、図 2 の基準マーク部材 17 上の所定の基準マークとの位置ずれ量を所定の目標値にするように、レチクルステージ RST を駆動することによって、レチクル R のアライメントが行われる。これとほぼ同時に、その基準マーク部材 17 上の別の基準マークの位置を図 1 のアライメントセンサ 16 で検出することによって、ウエハステージ WST のレチクル R の投影像に対する位置関係（ベースライン量）が正確に検出される。

【0044】次に、アライメントセンサ 16 を介してウエハ W 上の所定のショット領域（サンプルショット）に付設されたウエハマークの位置を検出することによって、ウエハ W の各ショット領域の配列座標が求められる。その後、その配列座標、及びアライメントセンサ 16 の既知のベースライン量に基づいて、ウエハ W の露光対象のショット領域とレチクル R のパターン像との位置合わせを行いながら、走査露光が行われる。

【0045】走査露光時には、図 1 において、露光光 IL の照明領域 9（図 3 参照）に対して、レチクルステージ RST を介してレチクル R が +Y 方向（又は -Y 方向）に速度 VR で走査されるのに同期して、露光領域 12 に対してウエハステージ WST を介してウエハ W が -X 方向（又は +X 方向）に速度 $\beta \cdot VR$ （ β は投影倍率）で走査される。走査方向が逆であるのは、投影光学系 PL が反転像を投影することによる。そして、1 つのショット領域への露光が終了すると、ウエハステージ WST のステッピングによって次のショット領域が走査開始位置に移動し、以下、ステップ・アンド・スキャン方式で各ショット領域への露光が順次行われる。この走査露光中には、図 2 及び図 3 に示すように、ウエハステージ側の計測用ステージ 14、及びレチクルステージ側の計測用ステージ 5 はそれぞれ露光領域外に待避している。

【0046】また、露光中には、例えば照明系 1 内で露光光 IL から分岐した光束の光量が常時計測されて結像特性演算系 11 に供給され、結像特性演算系 11 では、供給される光量の計測値、及び予め求めてある係数に基づいて投影光学系 PL に入射する露光光 IL の光量を算出し、露光光 IL の吸収によって発生する投影光学系 P

L の結像特性（投影倍率、ディストーション等）の変化量を計算し、この計算結果を主制御系 10 に供給する。主制御系 10 では、例えば投影光学系 PL 内の所定のレンズを駆動することによって、その結像特性の補正を行う。

【0047】以上が、通常の露光であるが、本例の投影露光装置のメンテナンス等で装置状態を計測するときには、計測用ステージ 14 を露光領域 12 側に移動して計測を行う。例えば、露光領域 12 内の照度均一性を測定するときは、レチクル R をレチクルステージ RST から除いた後、図 4 において、照度むらセンサ 19 を露光領域 12 内で X 方向、Y 方向に微動しながら照度分布を計測する。この際に、計測用ステージ 14 の位置をより正確に求める必要があれば、ウエハステージ WST と同様に基準マーク部材 17 に相当する基準マーク部材を計測用ステージ 14 上に設け、アライメントセンサ 16 でその基準マーク部材内の基準マークの位置を測定するようにしてもよい。

【0048】次に、レチクルステージ側の計測用ステージ 5、及びウエハステージ側の計測用ステージ 14 を用いて、投影光学系 PL の結像測定を測定する動作につき説明する。この場合、図 3 において、レチクルステージ RST は +Y 方向に待避して、計測用ステージ 5 上の基準板 6 が照明領域 9 内に移動する。このとき、計測用ステージ 5 には非走査方向のレーザ干渉計 7X1, 7X2 からのレーザビームも照射されるようになるため、レーザ干渉計 8Y, 7X1, 7X2 の計測値に基づいて計測用ステージ 5 の位置は高精度に位置決めできる。

【0049】このときに、既に説明したように、ウエハステージ側には複数の指標マーク IM の像が投影光学系 PL を介して投影される。この状態で、図 4 において、計測用ステージ 14 を駆動して、測定板 20 上のスリットでその指標マーク IM の像を X 方向、Y 方向に走査し、測定板 20 の底部の光電センサの検出信号を結像特性演算系 11 で処理することによって、それらの像の位置、及びコントラストが求められる。また、測定板 20 のフォーカス位置を所定量ずつ変えながら、それらの像の位置、及びコントラストが求められる。これらの測定結果より、結像特性演算系 11 は、投影光学系 PL の投影像のベストフォーカス位置、像面湾曲、ディストーション（倍率誤差を含む）といった結像特性の変動量を求める。この変動量は主制御系 10 に供給され、その変動量が許容範囲を超える場合には、主制御系 10 は投影光学系 PL の結像特性を補正する。

【0050】上記の実施の形態では、図 2 に示すように、ウエハステージ WST 及び計測用ステージ 14 は、それぞれ定盤 13 上で平面モータによって駆動されている。しかしながら、1 次元モータの組み合わせによってウエハステージ WST 及び計測用ステージ 14 を 2 次元的に駆動する構成も可能である。そこで、次に、ウエハ

ステージ、及び計測用ステージをそれぞれ 1 次元モータを組み合わせた機構で駆動する第 2 の実施の形態につき、図 5 を参照して説明する。本例も、ステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置に本発明を適用したものであり、図 5 において図 1 及び図 2 に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明を省略する。

【0051】図 5 (a) は本例の投影露光装置のウエハステージ側を示す平面図、図 5 (b) はその正面図であり、図 5 (a), (b) において、定盤 3 3 の上面に X 方向に沿って平行に 2 本の X 軸リニアガイド 3 4 A 及び 3 4 B が設置され、X 軸リニアガイド 3 4 A 及び 3 4 B を連結するように、Y 方向（走査方向）に細長い Y 軸リニアガイド 3 2 が設置されている。Y 軸リニアガイド 3 2 は、不図示のリニアモータによって X 軸リニアガイド 3 4 A, 3 4 B に沿って X 方向に駆動される。

【0052】また、Y 軸リニアガイド 3 2 に沿ってそれぞれ Y 方向に移動自在に、且つ互いに独立にウエハステージ 3 1、及び計測用ステージ 3 5 が配置され、ウエハステージ 3 1 上に不図示のウエハホルダを介してウエハ W が吸着保持され、計測用ステージ 3 5 上には照射量モニタ 1 8、照度むらセンサ 1 9、及び測定板 2 0 が固定され、測定板 2 0 の底部には光電センサが組み込まれている。この場合、ウエハステージ 3 1、及び計測用ステージ 3 5 の底面はそれぞれエアベアリングを介して定盤 3 3 上に載置され、ウエハステージ 3 1、及び計測用ステージ 3 5 はそれぞれ独立に不図示のリニアモータを介して Y 軸リニアガイド 3 2 に沿って Y 方向に駆動される。即ち、ウエハステージ 3 1、及び計測用ステージ 3 5 はそれぞれ独立に Y 軸リニアガイド 3 2、及び X 軸リニアガイド 3 4 A, 3 4 B に沿って 2 次元的に駆動される。そして、本例においても、図 3 のレチクルステージ側のレーザ干渉計 7 Y, 7 X 1, 7 X 2, 8 Y と同様な 4 軸のレーザ干渉計によって、ウエハステージ 3 1、及び計測用ステージ 3 5 の 2 次元的な位置が計測され、この計測結果に基づいてウエハステージ 3 1、及び計測用ステージ 3 5 の位置や駆動速度が制御されている。その他の構成は第 1 の実施の形態と同様である。

【0053】本例において、露光光の照射エネルギー、又は投影光学系の結像特性を計測する際には、露光光による露光領域に対して -Y 方向に離れた位置にウエハステージ 3 1 が待避して、その露光領域に計測用ステージ 3 5 が移動する。一方、露光時には、露光光による露光領域に対して +Y 方向に離れた位置に計測用ステージ 3 5 が待避する。その後、ウエハステージ 3 1 を X 方向、Y 方向にステップングさせて、ウエハ W 上の露光対象のショット領域を露光領域に対する走査開始位置に移動した後、ウエハステージ 3 1 を Y 軸リニアガイド 3 2 に沿って Y 方向に定速移動することによって、当該ショット領域への走査露光が行われる。

【0054】上述のように本例によれば、Y 軸リニアガ

イド 3 2 に沿って計測用ステージ 3 5 がウエハステージ 3 1 とは独立に配置されている。この構成によって、より高いステージの制御精度が要求される走査方向（Y 方向）の駆動では、計測用ステージ 3 5 を駆動する必要がないと共に、ウエハステージ 3 1 は小型化、軽量化されているため、走査速度が向上でき、走査露光時の同期精度等も向上している。一方、非走査方向（X 方向）に対しては計測用ステージ 3 5 も同時に駆動されるため、駆動機構に対する負荷は大きくなる。しかしながら、非走査方向では走査方向に比べてそれ程高い制御精度が要求されないため、そのような負荷の増加の影響は小さい。更に、発熱源としての計測用ステージ 3 5 がウエハステージ 3 1 から分離されているため、ウエハステージ 3 1 の位置決め精度等の低下が防止されている。

【0055】なお、本例において、図 5 (a), (b) に 2 点鎖線で示すように Y 軸リニアガイド 3 2 と並列に第 2 の Y 軸リニアガイド 3 6 を X 方向に移動自在に配置し、この Y 軸リニアガイド 3 2 に計測用ステージ 3 5 を Y 方向に移動自在に配置してもよい。これによって、ウエハステージ 3 1 を X 方向へ駆動する際の制御精度も向上する。

【0056】また、上記の第 1 の実施の形態では、図 3 に示すように、同一のガイド 4 A, 4 B に沿ってレチクルステージ R S T、及び計測用ステージ 5 が配置されているが、図 2 のウエハステージ側のようにレチクルステージ R S T、及び計測用ステージ 5 が独立に 2 次元的に動けるようにしてもよい。更に、上記の実施の形態では、ウエハ W が載置されるウエハステージ W S T, 3 1 はそれぞれ 1 つ設けられているが、ウエハ W が載置されるウエハステージを複数個設けても良い。この場合、1 つのウエハステージで露光を行い、他方のウエハステージでアライメント用の計測、あるいはウエハ交換を行う方法を使用することもできる。同様に、レチクルステージ側にもレチクル R が載置される複数のレチクルステージを設け、これら複数のレチクルステージに異なるレチクルを載置して、これらのレチクルを順次ウエハ上の同一のショット領域に露光条件（フォーカス位置、露光量、照明条件等）を変えて露光するようにしてもよい。

【0057】次に、本発明の第 3 の実施の形態につき図 6 及び図 7 を参照して説明する。本例は、ウエハステージに設けられた計測装置を冷却する冷却装置を設けたものであり、図 6 及び図 7 において図 1 及び図 2 に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明を省略する。図 6 は、本例の投影露光装置を示し、この図 6 において、投影光学系 P L による露光領域 1 2 側にウエハ W が配置され、ウエハ W は不図示のウエハホルダを介してウエハステージ 4 1 上に保持され、ウエハステージ 4 1 は定盤 1 3 上に例えば平面モータによって X 方向、Y 方向に駆動されるように載置されている。不図示であるがウエハステージ 4 1 内にはウエハ W のフォーカス位置、及

び傾斜角を制御する機構も組み込まれている。更に、ウエハステージ 41 にはウエハ W を囲むように露光光 I L や結像特性の計測機構が組み込まれている。

【0058】図 7 は、図 6 のウエハステージ 41 の平面図を示し、この図 7 において、ウエハ W (ウエハホルダ) の近傍には、基準マーク部材 17、照射量モニタ 18、照度むらセンサ 19、スリット 21 X、21 Y が形成された測定板 20 が配置されている。また、ウエハステージ 41 上で照射量モニタ 18 の近傍には、持ち運び
10 できる基準照度計を設置するための凹部 47 が形成されており、凹部 47 に基準照度計を設置して露光光 I L の入射エネルギーを計測することによって、異なる投影露光装置間の照度のマッチングを取れるようになっている。更に、ウエハステージ 41 上の一隅に平坦度等の基準となる基準平面が形成された基準部材 46 も固定されている。本例では、これらの計測機構の熱源を冷却するための冷却装置が設けられている。

【0059】即ち、図 6 に一部を切り欠いて示すように、測定板 20 のスリット 21 Y の底部に集光レンズ 42、及び光電センサ 43 が配置され、不図示であるが光
20 電センサ 43 にはアンプ等も接続されている。そこで、ウエハステージ 41 の内部に光電センサ 43 の近傍を通過するように冷却管 44 が設置され、冷却管 44 には大きな可撓性を有する配管 45 A を介して、外部の冷却装置より低温の液体よりなる冷媒が供給され、配管 45 A 内を通過した冷媒は大きな可撓性を有する配管 45 B を介してその冷却装置に戻されている。また、その冷却管 44 は、図 7 の照射量モニタ 18、照度むらセンサ 19 の近傍、並びに基準照度計用の凹部 47、基準マーク部材 17、基準部材 46 の底部をも通過している。本例では、これらの計測装置のアンプ等の熱源からの熱エネルギーが冷却管 44 内の冷媒を介して排出されるため、その熱エネルギーによってウエハ W の位置決め精度等が悪化することがない。また、露光光 I L の入射エネルギー等の計測時に、照射量モニタ 18 や照度むらセンサ 19 に露光光 I L が照射された場合でも、その照射エネルギーは冷却管 44 内の冷媒を介して排出されるため、その照射エネルギーによってウエハ W の位置決め精度等が悪化することがない。

【0060】なお、本例では液体よりなる冷媒を使用し
40 て計測装置を冷却しているが、例えば空調用の空気等をそれらの計測装置の近傍に集中的に送風して冷却を行ってもよい。次に、本発明の第 4 の実施の形態につき図 8 を参照して説明する。本例は、ウエハステージ上でウエハの配置領域 (第 1 のステージ) と計測装置の配置領域 (第 2 のステージ) との間に断熱部材を設けたものであり、図 8 において図 7 に対応する部分には同一符号を付してその詳細説明を省略する。

【0061】図 8 は、図 7 のウエハステージ 41 と同様
50 に定盤上を X 方向、Y 方向に駆動されるウエハステージ

41 A を示し、この図 8 において、ウエハステージ 41 A の上部は、熱伝導率の低い材料よりなる断熱板 48 によって、計測装置設置領域 41 A a と、それ以外の領域とに分かれている。熱伝導率の低い材料としては、ステンレススチール、鉄、黄銅等の金属、セラミックス、又はガラス等が使用できる。そして、後者の領域上にウエハホルダ (不図示) を介してウエハ W が載置されると共に、位置基準となる基準マーク部材 17 が設置され、前者の計測装置設置領域 41 A a 内に、位置基準となるマークが形成された基準マーク部材 17 A、照射量モニタ 18、照度むらセンサ 19、基準平面を有する基準部材 46、及びスリットが形成された測定板 20 が配置されている。更に、計測装置設置領域 41 A a 上には、基準照度計を設置するための凹部 47 が形成されている。

【0062】本例においても、露光光や結像特性の計測時に計測装置設置領域 41 A a 内の計測装置が使用されるが、これらの計測装置のアンプ等で発生する熱エネルギーは断熱板 48 によってウエハ W 側には拡散しにくい
20 ため、ウエハ W の位置決め精度等が悪化することがない。同様に、計測時に露光光によって与えられる照射エネルギーも断熱板 48 によってウエハ W 側には拡散しにくい利点がある。

【0063】なお、例えば図 2 に示すように、ウエハステージ W S T と計測用ステージ 14 とが分離している構成でも、ウエハステージ W S T と計測用ステージ 14 との間の空調された空気を断熱部材とみなすことができる。また、レチクルステージ側でも、レチクルが載置される領域と、計測装置が設置される領域との間に断熱部材を配置するようにしてもよい。

【0064】また、上記の実施の形態は本発明をステップ・アンド・スキャン方式の投影露光装置に適用したものであるが、本発明は一括露光型の投影露光装置 (ステッパ) にも適用できると共に、投影光学系を使用しないプロキシミティ方式の露光装置にも適用できる。また、露光装置のみならず、ウエハ等を位置決めするためのステージを使用する検査装置、又はリペア装置等に用いてもよい。

【0065】このように、本発明は上述の実施の形態に
40 限定されず、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の構成を取り得る。

【0066】

【発明の効果】本発明の第 1、又は第 2 の露光装置によれば、マスク又は基板を移動するための第 1 のステージに対して計測装置を備えた第 2 のステージが独立に設けられているため、それぞれ露光ビーム (露光光) の状態、又は投影光学系の結像特性を計測する機能を維持した状態で、マスク又は基板を位置決めするためのステージを小型化、軽量化できる利点がある。従って、これらのステージの制御性能を向上でき、露光工程のスループットも向上すると共に、計測装置を構成する光電セン

サ、又はアンプ等の熱源が露光用のステージから分離されることになって、重ね合わせ精度等が向上する。特に本発明をステップ・アンド・スキャン方式のような走査露光型の露光装置に適用すると、走査速度の向上によってスループットが大きく向上するため、本発明の効果は特に大きい。

【0067】これらの場合、第2のステージは、第1のステージとは独立に移動自在に配置されているときには、その第1のステージを迅速に計測領域に移動できる。また、露光ビームが照射される位置（露光領域）と、露光ビームが照射されない位置（非露光領域）との間で第1のステージを移動させる制御装置を備えたときには、計測時に迅速にその第1のステージを待避できる。

【0068】また、露光ビームが照射される位置（露光領域）と、露光ビームが照射されない位置（非露光領域）との間で第2のステージを移動させる制御装置を備えたときには、露光時に迅速にその第2のステージを待避できる。また、第1のステージが露光ビームを照射される位置に有るときに、第2のステージを露光ビームが照射されない位置に位置決めする制御装置を備えたときには、それら2つのステージを効率的に使い分けることができる。

【0069】次に、本発明の第3、又は第4の露光装置によれば、計測装置を冷却する冷却装置が備えられているため、露光ビームの状態、又は投影光学系の結像特性を計測する際の温度上昇の悪影響を軽減でき、位置決め精度や重ね合わせ精度が向上する利点がある。また、本発明の第5、又は第6の露光装置によれば、2つのステージの間に断熱部材が備えられているため、露光ビームの状態、又は投影光学系の結像特性を計測する際の温度上昇の悪影響を軽減でき、位置決め精度や重ね合わせ精度が向上する利点がある。

【0070】また、その断熱部材が熱伝導率の低い固体材料であるときには、それら2つのステージを一体として駆動できる一方、その断熱部材が温度調整された気体であるときには、第1のステージの小型化の効果も得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の投影露光装置を示す概略構成図である。

【図2】図1のウエハステージWST、及び計測用ステージ14を示す平面図である。

【図3】図1のレチクルステージRST、及び計測用ステージ5を示す平面図である。

【図4】その第1の実施の形態において、計測用ステージ14を用いて露光光の状態等を計測する場合の説明に供する平面図である。

10 【図5】（a）は本発明の第2の実施の形態の投影露光装置のウエハステージ、及び計測用ステージを示す平面図、（b）は図5（a）の正面図である。

【図6】本発明の第3の実施の形態の投影露光装置を示す一部を切り欠いた概略構成図である。

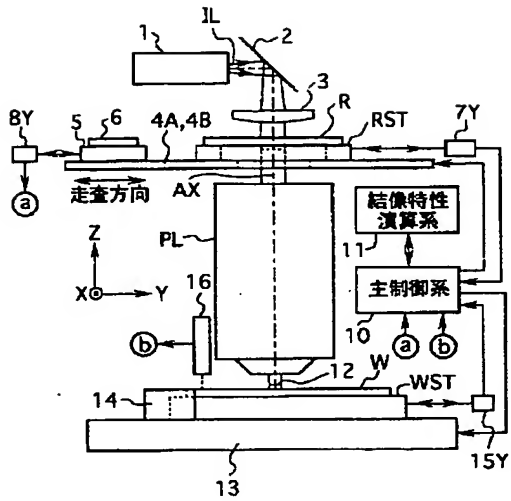
【図7】図6の投影露光装置のウエハステージを示す平面図である。

【図8】本発明の第4の実施の形態の投影露光装置のウエハステージを示す平面図である。

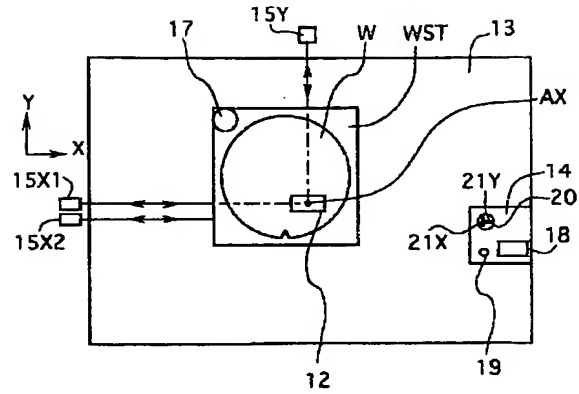
【符号の説明】

- 20 R レチクル
- RST レチクルステージ
- 4A, 4B ガイド
- 5 レチクルステージ側の計測用ステージ
- 6 基準板
- PL 投影光学系
- W ウエハ
- WST, 31, 41, 41A ウエハステージ
- 10 主制御系
- 11 結像特性演算系
- 30 13 定盤
- 14, 35 ウエハステージ側の計測用ステージ
- 17 基準マーク部材
- 18 照射量モニタ
- 19 照度むらセンサ
- 20 測定板
- 32 Y軸リニアガイド
- 33 定盤
- 34A, 34B X軸リニアガイド
- 48 断熱板

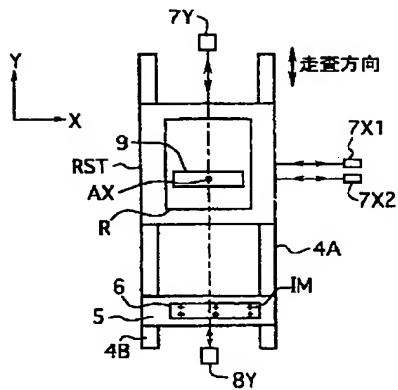
【図1】



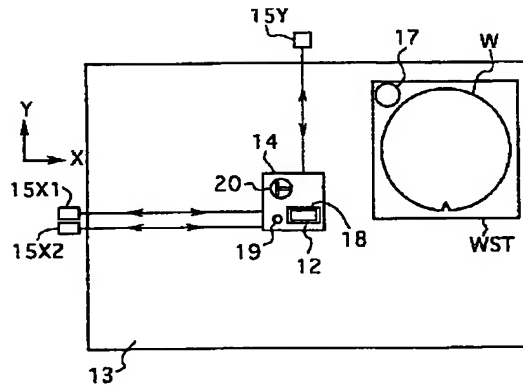
【図2】



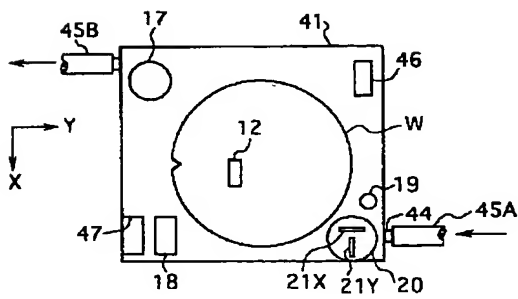
【図3】



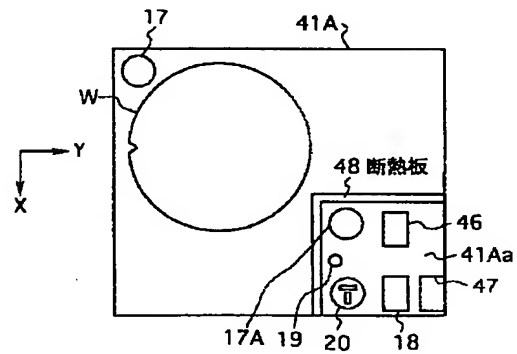
【図4】



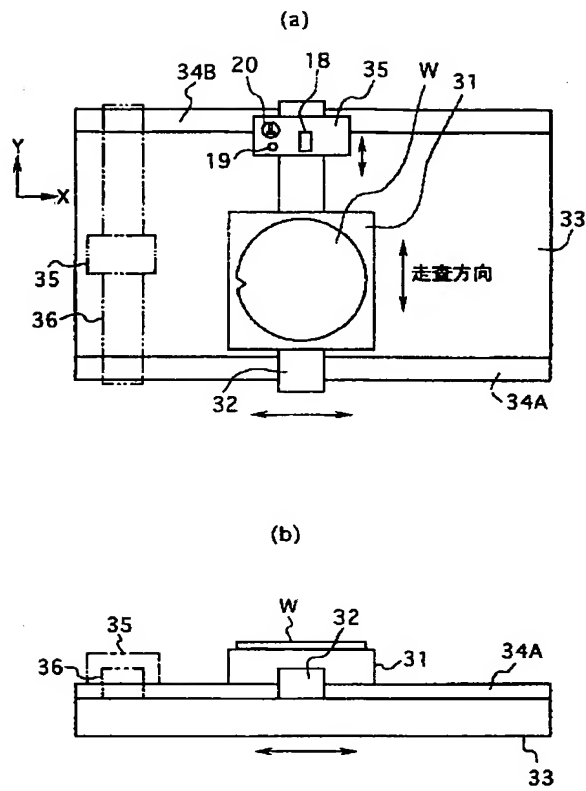
【図7】



【図8】



【図5】



【図6】

